Aus der Abteilung für Sportmedizin
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. D. Jeschke
im Zentrum für Innere Medizin der Universität Tübingen

Klinische und praeventive Aspekte des Dauerlauftrainings

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der
MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
(Klinische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
Tübingen

vorgelegt von
ALBERT FABRITIUS
aus Linz/Donau

1984

Aus der Abteilung für Sportmedizin
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. D. Jeschke
im Zentrum für Innere Medizin der Universität Tübingen

Klinische und praeventive Aspekte des Dauerlauftrainings

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der
MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
(Klinische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
Tübingen

vorgelegt von
ALBERT FABRITIUS
aus Linz/Donau

1984

Dekan :	Professor Dr. D. Plester
1. Berichterstatter :	Professor Dr. D. Jeschke
2. Berichterstatter :	Professor Dr. F. W. Schmahl

---

gedruckt bei H.-J. Köhler · Reprografischer Betrieb · Tübingen

INHALTSVERZEICHNIS

I. Einleitung und Fragestellung ... 1

II. Methode und Probanden ... 3

1. Probanden ... 3

2. Methode ... 4

2.1. Anamnese ... 4
2.1.1. Familienanamnese ... 4
2.1.2. Eigenanamnese ... 5
2.1.2.1. Vorerkrankungen ... 5
2.1.2.1.1. Herzbeschwerden ohne nähere Definition ... 5
2.1.2.1.2. Erkrankungen mit erhöhtem koronarem Risiko ... 5
2.1.2.2. Jetzige Beschwerden ... 5
2.1.2.2.1. Herzbeschwerden ... 5
2.1.2.2.2. Beschwerden im orthopädischen Bereich ... 5
2.1.2.3. Genußmittel: Rauchen ... 5
2.1.2.4. Sportanamnese ... 5
2.1.2.4.1. Lauftraining ... 5
2.1.2.4.2. Zusätzlicher Sport ... 5
2.1.2.4.3. Wettkampf ... 5

2.2. Klinische Untersuchung ... 5
2.2.1. Klinischer Befund ... 5
2.2.2. Anthropometrische Meßwerte ... 6
2.2.3. Labordiagnostik ... 6
2.2.3.1. Blutdruck ... 6
2.2.3.2. Herzvolumenbestimmung ... 6
2.2.3.3. Ruhe-EKG ... 6
2.2.3.4. Lungenfunktionsprüfung ... 6
2.2.3.5. Humorale Parameter in Ruhe vor Belastung ... 6
2.2.3.6. Spiroergometrische Untersuchung ... 7
2.2.3.6.1. Apparate ... 7
2.2.3.6.2. Belastungsmethode ... 7

2.3. Datenauswertung ... 8

III. Ergebnisse 9

1. Anamnestische Daten 9

1.1. Familienanamnese 9

1.2. Eigenanamnese 10

1.2.1. Vorerkrankungen 10

1.2.1.1. Herzerkrankungen ohne nähere Definition 10

1.2.1.2. Erkrankungen mit erhöhtem koronaren Risiko 10

1.2.1.3. Andere Vorerkrankungen außer koronoraren Risikofaktoren und orthopädischen Beschwerden 11

1.2.2. Jetzige Beschwerden 11

1.2.2.1. Herzbeschwerden 11

1.2.2.2. Atembeschwerden 14

1.2.2.3. Orthopädische Beschwerden 14

1.2.3. Genußmittel: Rauchen 17

1.2.4. Sportanamnese 19

1.2.4.1. Lauftraining 19

1.2.4.2. Zusätzlicher Sport 21

1.2.4.3. Wettkampfanamnese 22

2. Klinische Befunde 23

2.1. Häufigkeit internistisch auffälliger Probanden 23

2.2. Pathologische orthopädische Befunde 24

3. Adaptationen durch Lauftraining 26

3.1. Körpergröße, Körpergewicht und Körpergesamtfettgehalt 26

3.2. Kardiovaskuläre und pulmonale Parameter in Ruhe 28

3.2.1. Blutdruck 28

3.2.2. Herzvolumen 29

3.2.3. Ruhe - EKG 30

3.2.4. Lungenfunktion (Vitalkapazität und Tiffeneau-Test) 33

3.3. Humorale Parameter in Ruhe vor Belastung 33

3.3.1. Blutbild 33

3.3.2. Differentialblutbild 35

3.3.3. Elektrolyte 36

3.3.4. Cholesterin und Triglyceride 37
3.3.5. Weitere Laborwerte 39
3.3.6. Oraler Glucosetoleranztest 39

4. Kardiopulmonale und metabolische Parameter bei Laufbandbelastung 40

4.1. Maximale kardiopulmonale Meßwerte bei Belastung 40

4.2. Minimale kardiopulmonale Parameter für AAeq-O_2, AAeq-CO_2, mit den simultan erhobenen Werten HF/min, $\dot{V}O_2$ (l/min), $\dot{V}O_2$ (ml/min x kg) und AMV (/min) 42

4.3. Minimale Atemfrequenz bei Laufbandbelastung 47

4.4. Fortlaufende Meßwerte 47
4.4.1. Absolute und relative Sauerstoffaufnahme 47
4.4.2. Laktatspiegel 52
4.4.3. Blut - pH 52

IV. Diskussion 56

1. Methode 56

2. Klinische Aspekte des Lauftrainings 57

2.1. Internistische Anamnese und Befunde 57

2.2. Orthopädische Anamnese und Befunde 59

3. Adaptationen durch Lauftraining 63

3.1. Körpergewicht und Körpergesamtfettgehalt 63

3.2. Kardiovaskuläre und pulmonale Parameter in Ruhe vor Belastung 63
3.2.1. Blutdruck 63
3.2.2. Herzvolumen 64
3.2.3. Ruhe - EKG 64
3.2.4. Lungenfunktion 65

3.3. Humorale Parameter in Ruhe vor Belastung 65
3.3.1. Blutbild und Differentialblutbild 65
3.3.2. Elektrolyte 66

3.3.3. Triglyceride und Cholesterin..... 66
3.3.4. Weitere Laborwerte..... 67
3.3.5. Oraler Glucosetoleranztest..... 68

4. Kardiopulmonale und metabolische Parameter unter standardisierter Laufbandbelastung..... 68

4.1. Maximale kardiopulmonale Meßwerte bei Belastung..... 68

4.2. Minimale kardiopulmonale Parmeter für AAeq-O_2, AAeq-CO_2 und RQ mit den simultan erhobenen Werten HF/min, $\dot{V}O_2$ (l/min), $\dot{V}O_2$ (ml/min x kg) und AMV (l/min)..... 70

4.3. Fortlaufende Meßwerte unter standardisierter Laufbandbelastung..... 71
4.3.1. Absolute und relative Sauerstoffaufnahme..... 71
4.3.2. Laktatspiegel..... 72
4.3.3. Blut - pH..... 73

5. Schlußfolgerung..... 73

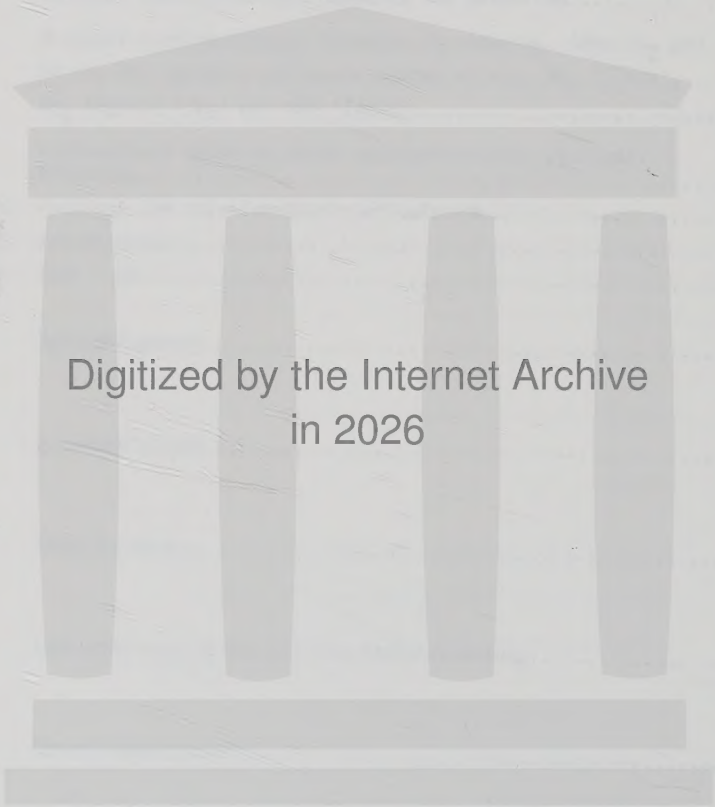
V. Zusammenfassung..... 75

VI. Tabellenanhang..... 77

VII. Datenerfassungsbogen mit EDV-Verschlüsselung..... 105

VIII. Literaturverzeichnis..... 113

Herrn Professor Dr.D.Jeschke danke ich für die Unterstützung und Betreuung bei dieser Arbeit.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41536512_0016

I. Einleitung und Fragestellung

Unter den in der Freizeit betriebenen sportlichen Aktivitäten hat sich der Dauerlauf in den letzten 15 Jahren phänomenal entwickelt und einen bemerkenswert hohen, konstanten Stellenwert erlangt. Ausgehend von den USA hat sich eine Laufbewegung über die gesamte zivilisierte Welt als Jogging wellenförmig ausgebreitet. Vor etwa zehn Jahren wurde der Trimm-Trab vom Deutschen Sportbund propagiert und vom Deutschen Leichtathletik-Verband in Form von Lauftreffs organisiert. Nach Schätzungen betreiben in der Bundesrepublik heute etwa sieben Millionen Erwachsene regelmäßig ein Lauftraining, teilweise nur als Ausgleichssport, teilweise unter wettkampfmäßigen Ambitionen.

Unter dem Gesichtspunkt einer sinnvollen Gesundheitsvorsorge ist das Lauftraining ins Blickfeld der Ärzte und auch der Krankenversicherungsträger getreten. Gesundheitsfördernde und erhaltende Wirkungen dieses Ausdauersports wurden in den letzten 20 Jahren vorwiegend durch sportmedizinische Forschungsergebnisse aufgedeckt (4, 6, 24). Sie lassen insbesondere protektive Wirkungen gegenüber degenerativen Herz- und Kreislauferkrankungen und Stoffwechselleiden erwarten. Gegenüber diesen positiven Effekten wurde aber auch auf negative Folgen in Form von Todesfällen und vor allen Dingen Schäden am Stütz- und Bewegungsapparat, erstaunlicherweise vorwiegend in der Laienpresse (u.a.Spiegel 1978), hingewiesen.

Da bisherige Studien einseitig nur unter leistungsphysiologischen oder metabolischen Gesichtspunkten (9,34,36,40,43,64) beziehungsweise orthopädischen Gesichtspunkten (13,16,18,48,58) durchgeführt wurden, stellten wir uns die Aufgabe, ein Kollektiv von Läufern möglichst umfassend unter Berücksichtigung möglichst vieler gesundheitlicher Aspekte zu analysieren.

Die Studie wurde im Zeitraum eines dreiviertel Jahres, vom Sommer 1978 bis zum Frühjahr 1979, durchgeführt und vom Bundesinstitut für Sportwissenschaft unterstützt.

Unser Ziel war, gesicherte Daten zur Beantwortung der Frage beizutragen, wie ein unter praeventivmedizinischen Gesichtspunkten sinnvolles Lauftraining zu gestalten ist.

Die Zielgruppe unserer Studie sollten Männer vom 25. bis 45. Lebensjahr sein, da einerseits nach sportmedizïnischen Erkenntnissen ein gesundheitserhaltendes Training im Zenit der biologischen Leistungsfähigkeit im dritten Lebensjahrzehnt begonnen werden sollte und andererseits unter Berücksichtigung der Epidemiologie der koronaren Herzkrankheit ausdauernde Trainingsformen vor dem 40. Lebensjahr besonders Männern zu empfehlen sind. Weiterhin sollte durch eine Aufteilung des Kollektivs nach Trainingsumfängen die Effektivität des Dauerlaufens herausgearbeitet werden.

Sowohl Untrainierte als auch Läufer wurden zur Teilnahme an der Studie durch Werbung bei Lauftreffs und Trainern und durch Zeitungsannoncen aufgefordert.

II. Methode und Probanden

1. Probanden

Für die Untersuchung stellten sich insgesamt 304 Männer im Alter von 25-45 Jahren freiwillig zur Verfügung. Die Altersverteilung geht aus Abbildung 1. hervor.

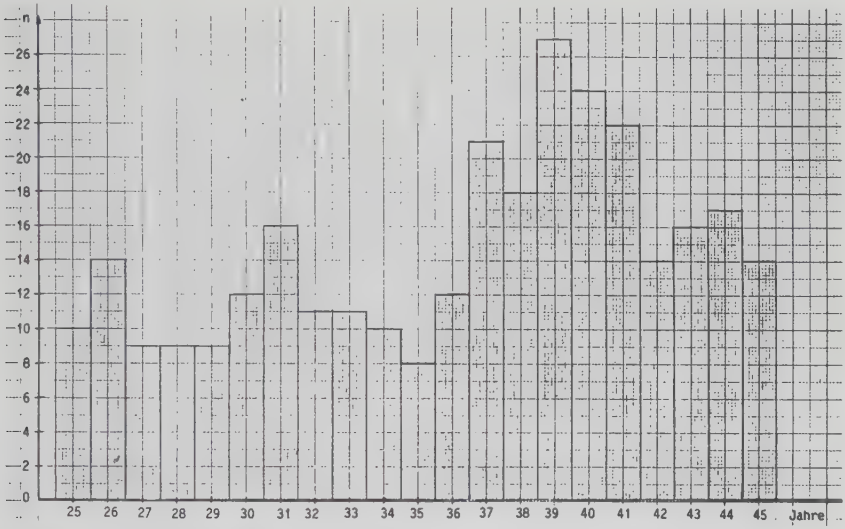


Abb.1. Altersverteilung
Anzahl der Probanden (n) in jährlichen Altersstufen (Jahre)

Um altersbedingte Einflüsse auf humorale und Leistungsparameter zu berücksichtigen, wurden zwei Altersklassen von 25-35 Jährigen und von 36-45 Jährigen gebildet. Um die Einflüsse des Trainingsumfangs herauszuarbeiten, erfolgte eine Einteilung nach der Häufigkeit des Lauftrainings pro Woche. Danach wurden vier Gruppen gebildet: Gruppe I stellte die Nichttrainierenden dar. Gruppe II und III bildeten vorwiegend Freizeitsport betreibende Trimmtraber. Der Gruppe IV gehörten überwiegend Leistungsläufer an. Die Größe der Kollektive geht aus Tabelle 1 hervor.

Tab.1. Trainingsgruppen
Anz.TE/Wo = Anzahl der Trainingseinheiten pro Woche
n = Anzahl der Probanden jeder Trainingsgruppe

Anz.TE/Wo	Grp.	25 - 35 J. n	36 - 45 J n
0	I	46	52
> 0 ≤ 2	II	40	68
> 2 < 4	III	8	39
≥ 4	IV	25	26
	Σ n	119	185
	Σ 25 - 45 Jährige n=304		

2. Methode

Alle Probanden wurden nach einheitlichen Gesichtspunkten untersucht. Im einzelnen wurden bei den Probanden folgende Untersuchungen vorgenommen.

2.1. Anamnese
Die Anamnese wurde nach einem standardisierten, computergerechten Fragebogen erhoben, der vollständig in der Anlage enthalten ist.

2.1.1.
Familienanamnese
In der Familienanamnese wurde besonders nach folgenden Erkrankungen gefragt: Diabetes mellitus, Gicht, Fettstoffwechselstörungen, Hochdruckerkrankung, periphere Durchblutungsstörungen, Apoplexie, kardiale Erkrankungen, insbesondere Koronare Herzkrankheit.

2.1.2. Eigenanamnese

Die Eigenanamnese wurde zu folgenden Bereichen erhoben:

2.1.2.1. Vorerkrankungen

2.1.2.1.1. Herzbeschwerden ohne nähere Definition

2.1.2.1.2. Erkrankungen mit erhöhtem koronarem Risiko(kor.RF.):

Diabetes mellitus, Gicht, Fettstoffwechelstörungen, Hochdruckerkrankung und Herzerkrankung.

2.1.2.2. Jetzige Beschwerden

2.1.2.2.1. Herzbeschwerden

Die Fragen konzentrierten sich besonders auf Beschwerden, die auf eine koronare Herzkrankheit hinwiesen (siehe Erhebungsbogen in der Anlage).

2.1.2.2.2. Beschwerden im orthopädischen Bereich

Gefragt wurde nach Belastungsbeschwerden an den unteren Extremitäten, der Wirbelsäule und dem Schultergürtel.

2.1.2.3. Genußmittel: Rauchen

Die seitherige Raucherzeit und die Anzahl der gerauchten Zigaretten, Zigarren oder Pfeifen wurde erfragt.

2.1.2.4. Sportanamnese

2.1.2.4.1. Lauftraining

Das bisherige Lauftraining in Jahren, die Anzahl der Trainingseinheiten (TE) pro Woche, die Anzahl der Lauftrainingsstunden pro Woche wurden erfragt.

2.1.2.4.2. Zusätzlicher Sport

Es wurde nach der Art und Häufigkeit des zusätzlichen Sports gefragt.

2.1.2.4.3. Wettkampf

Die neuesten Wettkampfergebnisse der Laufdisziplinen Marathon, 10 000 m und 5 000 m wurden erfragt.

2.2. Klinische Untersuchung

2.2.1. Klinischer Befund

Es wurden eine komplette eingehende internistische Untersuchung und eine orthopädische Untersuchung durchgeführt. Bei Verdacht auf einen pathologischen orthopädischen Befund wurden die betreffenden Probanden in der Ambulanz der Orthopädischen Universitätsklinik Tübingen vorgestellt.

2.2.2. Anthropometrische Meßwerte

Folgende Körpermaße wurden bestimmt: die Körpergröße, das Körpergewicht (in Sportkleidung ohne Schuhe) und der Körpergesamtfettgehalt in Prozent des Körpergewichts nach Buskirk,E.R.(11).

2.2.3. Labordiagnostik

2.2.3.1. Blutdruck

Systolischer und diastolischer Blutdruck nach Riva-Rocci.

2.2.3.2. Herzvolumenbestimmung

Das Herzvolumen wurde röntgenologisch nach Rohrer und Karlstorf in der Modifikation nach Musshoff und Reindell bestimmt (34).

2.2.3.3. Ruhe-EKG

Am liegenden Probanden mit dem 6- Kanal- Schreiber Cardiorex GT der Firma Siemens- Elema- Schönander wurde jeweils ein EKG mit den 12 Ableitungen, Einthoven'sche Ableitungen I-III, Goldberger Ableitungen aVR-aVF und Wilson Ableitungen, angefertigt. Für die Datenverarbeitung wurden folgende Werte des Ruhe-EKG erfaßt: P-Dauer, PQ-Dauer, QRS-Dauer, QT- Dauer, Winkel alpha des größten Summenvektors, Indices Sv_1 plus Rv_5, Sv_5 plus Rv_1 in mV, OUP-V_1 und OUP-V_6.

2.2.3.4. Lungenfunktionsprüfung

Vitalkapazität, Tiffeneau-Test ($FEV_{1,0}$) gemessen im Stehen mit dem Spirometer der Firma 'Vitalograph LTD' (England).

2.2.3.5. Humorale Parameter in Ruhe vor Belastung

2.2.3.5.1. Blutabnahme nüchtern

Blutbild, Differentialblutbild, Kreatinin, Harnstoff, Harnsäure, Bilirubin gesamt, Serumeiweiß, Albumin, Cholesterin, Triglyceride, Kalium, Natrium, Calzium, Chlor, Phosphor, Eisen, Phosphatide.

2.2.3.5.2. Peroraler Glucosebelastungstest

Mit dem 'Dextro O.G .-Test' der Firma Boehringer Mannheim, Blutzuckerkontrollen im Abstand von 30, 60, 90 und 120 Minuten.

Der größte Teil der laborchemischen Untersuchungen wurde dankenswerter Weise durch das Labor der Abteilung Innere Medizin IV, Ärztlicher Direktor Prof.Dr. M.Eggstein, die Röntgenuntersuchungen durch das Medizinische Strahleninstitut, Ärztlicher Direktor Prof.Dr.W.Frommhold, des Klinikums der Universität Tübingen vorgenommen.

2.2.3.6. Spiroergometrische Untersuchungen

2.2.3.6.1. Apparate

Zur Belastung wurden ein Laufbandergometer der Firma Jaeger Würzburg und zur Spirometrie die rechnergestützte Spiroergometrieanlage 'Dataspir II' verwendet.

2.2.3.6.2. Belastungsmethode

Die spiroergometrische Laufbandbelastung gliederte sich in drei Abschnitte:

2.2.3.6.2.1. Adaptationsphase in Ruhe vor Belastung

Hierbei wurde dem mit Atemmaske und Klebeelektroden ausgerüsteten Probanden auf dem Laufband für 5 Minuten sitzend auf einem Stuhl Zeit gegeben, sich an die Versuchsbedingungen zu gewöhnen. Jeweils 5 Minuten und 1 Minute vor Belastung wurde beim sitzenden Probanden der Ruheblutdruck nach Riva-Rocci am rechten Arm gemessen, ein EKG mit den beschriebenen Ableitungen I-III und $V_{2,4,6}$ angefertigt und vom hyperämisierten Ohrläppchen Kapillarblut für die pH- und Laktatbestimmung entnommen.

2.2.3.6.2.2. Belastungsphase

Das Laufband war konstant auf 5% Steigung eingestellt. Bei Läufern wurde mit 8 km/h Laufgeschwindigkeit begonnen, bei Untrainierten mit 6 km/h. Alle drei Minuten wurde die Geschwindigkeit um 2 km/h bis zur subjektiven Erschöpfung oder bis zum Auftreten objektiver Abbruchkriterien gesteigert. Am Ende jeder dreiminütigen Belastungsstufe wurden Kapillarblutproben zur Bestimmung von Laktat und pH abgenommen und der Blutdruck gemessen.

2.2.3.6.2.3. Erholungsphase

Nach Belastungsende und eine, drei und fünf Minuten nach Belastungsabbruch wurden im Sitzen dieselben Parameter wie bei jeder Belastungsstufe aufgezeichnet und der Blutdruck gemessen.

2.2.3.6.2.4. Meßdaten

Folgende Meßdaten wurden erhoben:

- Atemfrequenz (AF) $\frac{1}{min}$
- Atemminutenvolumen (AMV) l/min
- Herzfrequenz (HF) $\frac{1}{min}$
- absolute Sauerstoffaufnahme ($\dot{V}O_2$) l/min
- relative Sauerstoffaufnahme ($\dot{V}O_2$) ml/min xkg
- Sauerstoffpuls (O_2-Puls) ml
- Sauerstoffatemaequivalent (AAeq-O_2)
- Kohlendioxidatemaequivalent (AAeq-CO_2)
- Respiratorischer Quotient (RQ)
- Laktat und pH im Kapillarblut des hyperämisierten Ohrläppchens
- Blutdruck nach Riva-Rocci (RR) mm Hg

2.3. Datenauswertung

Alle klinischen, labortechnischen und spiroergometrischen Daten wurden komputergerecht verschlüsselt und auf Lochkarten übertragen. Die statistische Bearbeitung erfolgte nur dort, wo dies sinnvoll erschien. Die Berechnung des arithmetischen Mittelwertes ($\bar{x}$ =Mittelwert) und der Standardabweichung (s =Std.Abw.) wurden in üblicher Weise durchgeführt. Die Gesamtzahl der Probanden einer Gruppe wurde mit "n", die Zahl der Probanden mit jeweils gültigen und ausgewerteten Daten wurde mit "Anz.Def." bezeichnet.

Zur statistischen Auswertung von Meßdaten wurde der U-Test mit Rangaufteilung von Wilcoxon, Mann und Whitney verwendet. Zum Vergleich der Häufigkeiten von Beschwerden und Befunden im orthopädischen Bereich wurde zur Signifikanzprüfung der Student'sche t-Test eingesetzt (42).
Der Signifikanzgrad beim U-Test und beim Student'schen t-Test wurde einheitlich als p-Wert dargestellt.

Wir danken Herrn Schill, Zentrum für Datenverarbeitung der Universität Tübingen, für seine Hilfe bei der Datenauswertung und für die Durchführung der statistischen Berechnungen.

III. Ergebnisse

1. Anamnestische Daten

1.1. Familienanamnese

Die interessierenden genetischen Dispositionen für ein erhöhtes koronares Risiko waren auf Grund der Anamnese in allen Gruppen gleich häufig vertreten (Tab.2). Auf eine statistische Auswertung wurde im Hinblick auf die niedrigen Fallzahlen verzichtet.

Tab.2. Familienanamnese:
Gruppen I-IV = Trainingsgruppen mit zunehmendem Trainingsumfang, siehe Tab.1
n = Anzahl der Probanden jeder Gruppe
Anz.Def. = Anzahl der Probanden jeder Gruppe mit verwertbaren Angaben
Spalte "ja" = absolute Häufigkeit positiver Antworten
Spalte "%von"= relative Häufigkeit bezogen auf Anz.Def.

25-35 Jährige	Gruppe I n=46			Gruppe II n=40			Gruppe III n=8			Gruppe IV n=25			Gesamt n=119		
	ja	% von	Anz. Def.	ja	% von	Anz. Def.	ja	% von	Anz. Def.	ja	% von	Anz. Def.	ja	% von	Anz. Def.
Herzerkrankung	9	20	45	8	20	40	3	37,5	8	5	20	24	25	21,4	117
Diabetes mellitus	10	22	46	6	15	40	2	25	8	3	12	24	21	17,8	118
Hypertonie	5	11	46	4	10	40	1	12,5	8	4	16	24	14	11,9	118
Periph.Durchblutungsstörung	5	11	45	2	5	40	0	0	8	1	4	24	8	6,8	117
Fettstoffwechselstörung	1	2	46	1	2,5	40	0	0	8	2	8	24	4	3,4	118
Apoplexie	1	2	46	1	2,5	40	1	12,5	8	1	4	24	4	3,4	118
Gicht	1	2	46	1	2,5	40	2	25	8	1	4	24	5	4,2	118

36-45 Jährige	Gruppe I n=52			Gruppe II n=68			Gruppe III n=39			Gruppe IV n=26			Gesamt n=185		
	ja	% von	Anz. Def.	ja	% von	Anz. Def.	ja	% von	Anz. Def.	ja	% von	Anz. Def.	ja	% von	Anz. Def.
Herzerkrankung	12	24	50	11	16,4	67	14	35,9	39	7	28	25	44	24,3	181
Diabetes mellitus	10	19,6	51	16	23,5	68	6	15,5	39	4	16	25	36	19,7	183
Hypertonie	4	8	50	9	13,2	68	8	20,5	39	4	16	25	25	13,7	182
Periphere Durchblutungsstörung	6	12	50	9	13,4	67	6	15,4	39	4	16	25	25	13,8	181
Fettstoffwechselstörung	1	2	51	1	1,5	67	1	2,6	39	1	4	25	4	2,2	182
Apoplexie	4	7,8	51	3	4,4	68	2	5,1	39	0	0	25	9	4,9	183
Gicht	1	2	51	0	0	67	1	2,6	39	1	4	25	3	1,7	182

1.2. Eigenanamnese

1.2.1. Vorerkrankungen

Aus Tabelle 3 ist die Häufigkeit von Vorerkrankungen zu ersehen. Auf eine statistische Bearbeitung wurde verzichtet.

Tab.3. Eigene Anamnese: Absolute und relative Häufigkeit von Erkrankungen mit erhöhtem koronarem Risiko

25-35 Jährige	Gruppe I n=46			Gruppe II n=40			Gruppe III n=8			Gruppe IV n=25			Gesamt n=119		
	ja	% von	Anz. Def.	ja	% von	Anz. Def.	ja	% von	Anz. Def.	ja	% von	Anz. Def.	ja	% von	Anz. Def.
Herzerkrankung	3	6,7	45	1	2,6	39	0	0	8	0	0	25	4	3,4	117
Hypertonie	2	4,4	45	1	2,6	39	0	0	8	0	0	25	3	2,6	117
Gicht	1	2,2	45	1	2,6	39	0	0	8	1	4	25	3	2,6	117
Fettstoffwechselstörung	0	0	45	0	0	39	0	0	8	0	0	25	0	0	117
Diabetes mellitus	0	0	45	0	0	39	0	0	8	0	0	25	0	0	117

36-45 Jährige	Gruppe I n=52			Gruppe II n=68			Gruppe III n=39			Gruppe IV n=26			Gesamt n=185		
	ja	% von	Anz. Def.	ja	% von	Anz. Def.	ja	% von	Anz. Def.	ja	% von	Anz. Def.	ja	% von	Anz. Def.
Herzerkrankung	2	4,1	49	3	4,4	68	2	5,1	39	1	4	25	8	4,4	181
Hypertonie	6	12	50	7	10,3	68	3	7,7	39	2	8	25	18	9,9	182
Gicht	2	4,1	49	0	0	68	1	2,6	39	0	0	25	3	1,7	181
Fettstoffwechselstörung	2	4,1	49	2	2,9	68	2	5,1	39	0	0	25	6	3,3	181
Diabetes mellitus	1	2,0	49	1	1,5	68	0	0	39	0	0	25	2	1,1	181

1.2.1.1. Herzerkrankungen ohne nähere Definition

Bei den 25-35 Jährigen gaben die nicht Trainierenden anamnestisch mit 6,7% mehr Herzerkrankungen als die Trainierenden mit 2,6 bis 0 % an.

Bei den 36-45 Jährigen waren Herzerkrankungen anamnestisch im Gruppenvergleich mit durchschnittlich 4,4% insgesamt etwas häufiger als bei den 25-35 Jährigen mit 3,4%.

1.2.1.2. Erkrankungen, die mit erhöhtem koronarem Risiko (kor.RF) verbunden sind:

1.2.1.2.1. Hypertonie

In beiden Altersklassen war die anamnestische Hypertoniehäufigkeit bei den Nichtläufern am größten und nahm mit zunehmender Trainingshäufigkeit ab.
Bei den 36-45 Jährigen wurde die Hypertonie häufiger angegeben.

1.2.1.2.2. Gicht

In beiden Alterklassen war die Häufigkeit der erinnerten Gichterkrankungen nicht trainingsabhängig; bei den 25-35 Jährigen wurde sie etwas häufiger als bei den 36-45 Jährigen angegeben.

1.2.1.2.3. Fettstoffwechselstörungen

An Fettstoffwechselstörungen erinnerten sich nur die 36-45 Jährigen, am häufigsten in Gruppe III.

1.2.1.2.4. Diabetes mellitus

Unter unseren 304 Probanden waren anamnestisch insgesamt zwei Diabetiker. Sie befanden sich unter den nicht oder wenig trainierenden 36-45 Jährigen der Gruppen I und II.

1.2.1.3. Andere Vorerkrankungen außer kor.RF und orthopädischen Beschwerden:

Unter dieser Rubrik wurden alle in der bisherigen Anamnese nicht erfaßten Vorerkrankungen angeführt. Wie aus Tabelle 4 zu ersehen ist, stieg die Häufigkeit mit dem Alter an. Auffallenderweise wurden von den häufiger Trainierenden mehr Vorerkrankungen angegeben.

Tab.4. Eigene Anamnese: Absolute und relative Häufigkeit von Vorerkrankungen außer kor.RF und orthopädischen Beschwerden

25-35 Jährige

Gruppe I n=46			Gruppe II n=40			Gruppe III n= 8			Gruppe IV n=25			Gesamt n=119		
ja	% von	Anz. Def.	ja	% von	Anz. Def.	ja	% von	Anz. Def.	ja	% von	Anz. Def.	ja	% von	Anz. Def.
16	34,8%	46	26	65,0%	40	6	75,0%	8	13	52,0%	25	61	51,3%	119

36-45 Jährige

Gruppe I n=52			Gruppe II n=68			Gruppe III n=39			Gruppe IV n=26			Gesamt n=185		
ja	% von	Anz. Def.	ja	% von	Anz. Def.	ja	% von	Anz. Def.	ja	% von	Anz. Def.	ja	% von	Anz. Def.
28	56,0%	50	44	66,7%	66	27	69,2%	39	20	76,9%	26	119	65,8%	185

1.2.2. Jetzige Beschwerden

1.2.2.1. Herzbeschwerden

Herzbeschwerden und Extrasystolen waren in beiden Altersklassen fast gleich häufig (Abb.2.).

Nach Gruppen geordnet verteilten sich die Probanden mit Herzbeschwerden, ohne weitere Differenzierung nach Art der Herzbeschwerden, wie folgt:

-25 - 35 Jährige

Von 119 Probanden hatten 17 Herzbeschwerden angegeben.

Gesamt : n = 17 (100%)

Gruppe I: n = 7 = 41,2%
Gruppe II: n = 7 = 41,2%
} 82,4%

Gruppe III: n = 1 = 5,9%
Gruppe IV: n = 2 = 11,8%
} 17,7%

- 36 -45 Jährige

Von 185 Probanden hatten 29 Herzbeschwerden angegeben.

Gesamt : n = 29 (100%)

Gruppe I: n = 12 = 41,3%
Gruppe II: n = 9 = 31,0%
} 72,3%

Gruppe III: n = 5 = 17,0%
Gruppe IV: n = 3 = 10,3%
} 27,5%

In beiden Altersklassen war der prozentuale Anteil der Probanden mit Herzbeschwerden bei den nicht oder kaum Trainierenden der Gruppen I und II auffallend höher als in den Gruppen III und IV. In der Altersklasse der 36-45 Jährigen war bei steigender Trainingshäufigkeit eine kontinuierliche Abnahme der Herzbeschwerden festzustellen.

Die Art der Herzbeschwerden war von den Probanden durch Kennzeichnung der hier anschließend angeführten Stichwörter zu präzisieren: "in Ruhe - bei psychischem und physischem Streß - als Stiche in der Herzgegend - als Brustengegefühl - mit Angstgefühl - anfallweise."

Die auf die Koronare Herzkrankheit hinweisenden Beschwerden wurden bei den 36-35 Jährigen häufiger angegeben als bei den 25-35 Jährigen (Tab.5.).

Tab.5. Eigene Anamnese: Absolute und relative Häufigkeit bestimmter Herzbeschwerden

25-35 Jährige	Gruppe I n=46		Gruppe II n=40		Gruppe III n= 8		Gruppe IV n=25		Gesamt n=119	
	ja	%Grp.	ja	%Grp.	ja	%Grp.	ja	%Grp.	ja	%Grp.
Herzbeschwerden	7	15,2%	7	17,0%	1	12,5%	2	8,0%	17	14,3%
- in Ruhe	4	8,7%	4	10,0%	0	0 %	0	0 %	8	6,7%
- bei psych. u.phys.Streß	4	8,7%	2	5,0%	0	0 %	0	0 %	6	5,0%
- Stiche in der Herzgegend	6	13,0%	5	12,5%	1	12,5%	1	4,0%	13	10,9%
- mit Angstgefühl	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
- Brustengegefühl	1	2,2%	2	5,0%	0	0 %	1	4,0%	4	3,4%
- anfallsweise	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %

36-45 Jährige	Gruppe I n=52		Gruppe II n=68		Gruppe III n=39		Gruppe IV n=26		Gesamt n=185	
	ja	%Grp.	ja	%Grp.	ja	%Grp.	ja	%Grp.	ja	%Grp.
Herzbeschwerden	12	23,8%	9	13,2%	5	12,8%	3	11,5%	29	15,7%
- in Ruhe	6	11,5%	7	10,3%	2	5,1%	1	3,9%	16	8,7%
- bei psych. u. phys.Streß	6	11,5%	4	5,9%	2	5,1%	1	3,9%	13	7,0%
- Stiche in der Herzgegend	9	17,3%	6	8,8%	3	7,7%	0	0 %	18	9,7%
- mit Angstgefühl	1	1,9%	0	0 %	1	2,6%	0	0 %	2	1,1%
- Brus engegefühl	3	5,8%	3	4,4%	2	5,1%	3	11,5%	11	6,0%
- anfallsweise	2	2,8%	2	2,9%	1	2,6%	0	0 %	5	2,7%

Sie waren in beiden Altersklassen bei den nicht oder wenig trainierenden Gruppen am häufigsten (Tab.5.). Eine Ausnahme bildeten das Brustengegefühl, das bei den 36-45 Jährigen Hochausdauertrainierenden am häufigsten angegeben wurde, und Herzbeschwerden mit Angstgefühl in III.
Probanden, bei denen anamnestisch Extrasystolen aufgefallen waren, nahmen bei den 36-45 Jährigen mit zunehmender Trainingshäufigkeit an Zahl ab; bei den 25-35 Jährigen war keine Beziehung zur Trainingshäufigkeit erkennbar (Abb.2., Tab.6.*).

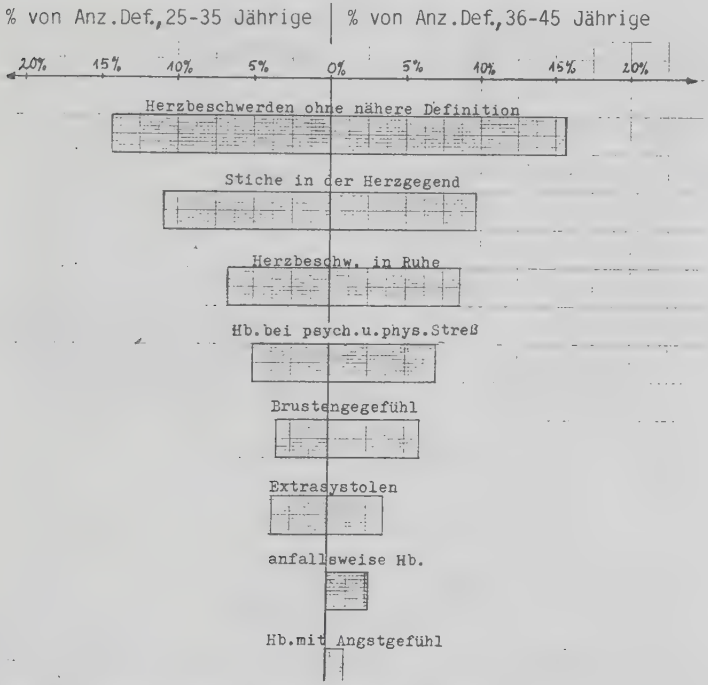


Abb.2. Eigene Anamnese: Relative Häufigkeit verschiedenartiger Herzbeschwerden mit Vergleich der zwei Altersklassen

*Siehe Tabellarium im Anhang

1.2.2.2. Atembeschwerden

Beziehungen zum Training waren hier nicht erkennbar. Auffallend häufig wurden Atembeschwerden von den untrainierten 36-45 Jährigen angegeben(Tab.7).

Tab.7. Eigene Anamnese: Absolute und relative Häufigkeit von Atembeschwerden

25-35 Jährige

Gruppe I n=46			Gruppe II n=40			Gruppe III n= 8			Gruppe IV n=25			Gesamt n=119		
ja	% von	Anz. Def.	ja	% von	Anz. Def.	ja	% von	Anz. Def.	ja	% von	Anz. Def.	ja	% von	Anz. Def.
4	9,5%	42	4	10,0%	40	1	12,5%	8	1	4,0%	25	10	8,7%	119

36-45 Jährige

Gruppe I n=52			Gruppe II n=68			Gruppe III n=39			Gruppe IV n=26			Gesamt n=185		
ja	% von	Anz. Def.	ja	% von	Anz. Def.	ja	% von	Anz. Def.	ja	% von	Anz. Def.	ja	% von	Anz. Def.
9	18,0%	50	3	4,5%	67	1	2,6%	38	1	4,6%	22	14	7,9%	185

1.2.2.3. Orthopädische Beschwerden (Abb.3, Abb.4, Tab.8.*)

Erfragte Bechwerdenlokalisationen: "Füße mit Sprunggelenken - Kniegelenke - Wirbelsäule - Hüftgelenke - Schultergürtel."

Am häufigsten wurden anamnestisch von 18,5% der 25-35 Jährigen Kniegelenksbeschwerden, von 22,3% der 36-45 Jährigen Wirbelsäulenbeschwerden angegeben. An zweiter Stelle folgten in beiden Altersklassen Beschwerden an den Füßen mit Sprunggelenken. Hüftgelenks- und Schultergürtelbeschwerden waren in beiden Altersklassen selten (Abb.3.)

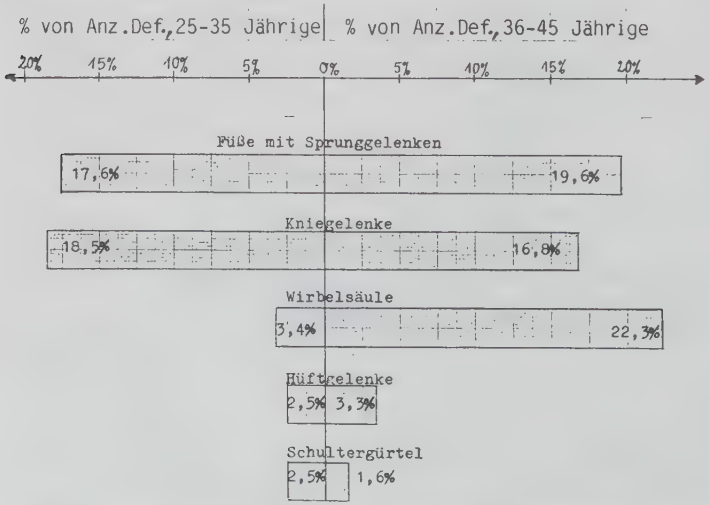


Abb.3. Eigene Anamnese: Relative Häufigkeit von Beschwerden an verschiedenen Lokalisationen des Stütz- und Bewegungsapparats, mit Vergleich der Altersklassen

Trainingsabhängig nahm die Beschwerdenhäufigkeit nur an den Füßen mit Sprunggelenken bei Zusammenfassung beider Altersklassen signifikant ($p<0,001$) zu (Abb.4.3.). Dies war auch in beiden Altersklassen für sich als Trend erkennbar. Die Kniegelenks-, Hüftgelenks- und Wirbelsäulenbeschwerden nahmen ohne Trainingsabhängigkeit bei mittlerem Trainingsumfang zu, jedoch bei den Hochausdauertrainierenden wieder ab.

Im Vergleich beider Altersklassen waren Wirbelsäulenbeschwerden bei den 36 bis 45 Jährigen wesentlich häufiger ($p<0,001$).

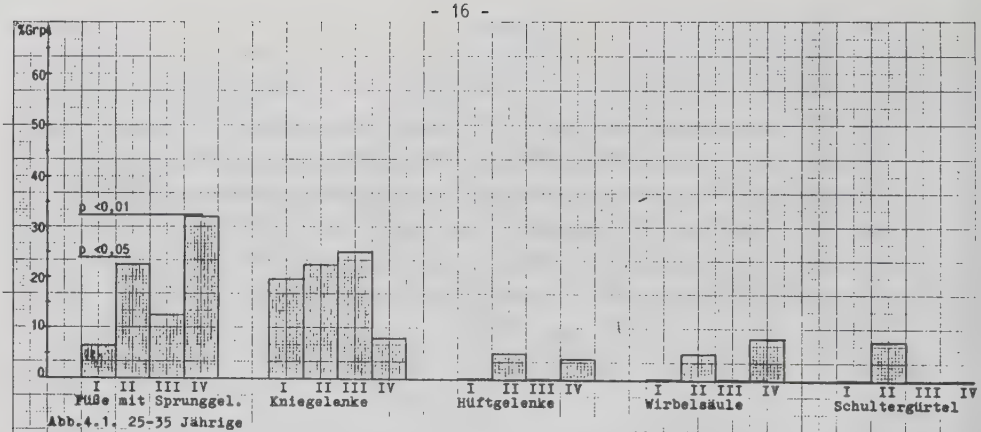


Abb.4.1. 25-35 Jährige

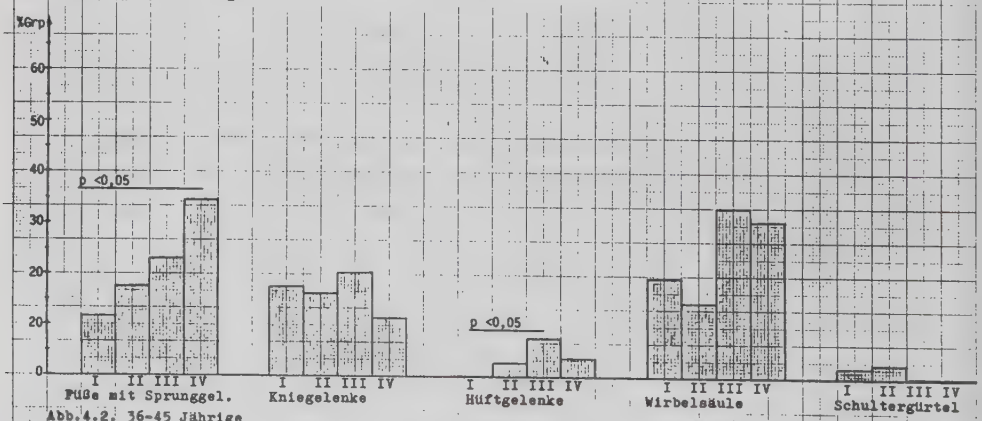


Abb.4.2. 36-45 Jährige

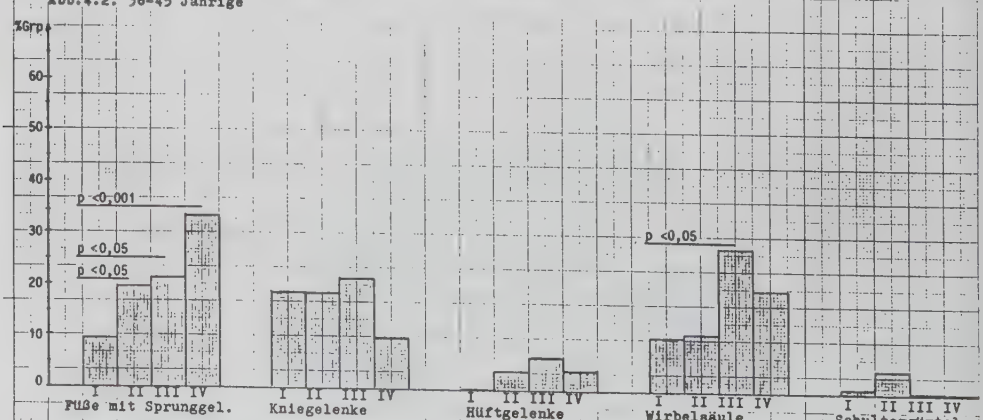


Abb.4.3. 25-45 Jährige.

Abb.4. Eigene Anamnese: Relative Häufigkeit der orthopädischen Beschwerden (Ordinate) an bestimmten Lokalisationen des Stütz-und Bewegungsapparates in den Trainingsgruppen I-IV. Abb.4.1.=25-35 Jährige, Abb.4.2.=36-45 Jährige, Abb.4.3.=25-45 Jährige

1.2.3. Genußmittel: Rauchen

1.2.3.1. Raucheranteil an der Gesamtzahl der Probanden

Unter der Gesamtzahl der 3o3 definierten Probanden fanden sich

157 = 52% Nichtraucher

101 = 33% Exraucher

45 = 15% Raucher

Die 25 bis 35 Jährigen waren zu 17,6% Raucher, die 36 bis 45 Jährigen zu 13,0%.

1.2.3.2. Beziehungen zwischen Rauchen und Trainingsumfang

In beiden Altersklassen fanden sich die meisten Raucher unter den Nichtläufern. Bei den 25-35 Jährigen waren dies 37% und bei den 36-45 Jährigen 35,3% (Abb.5., Tab.9*).

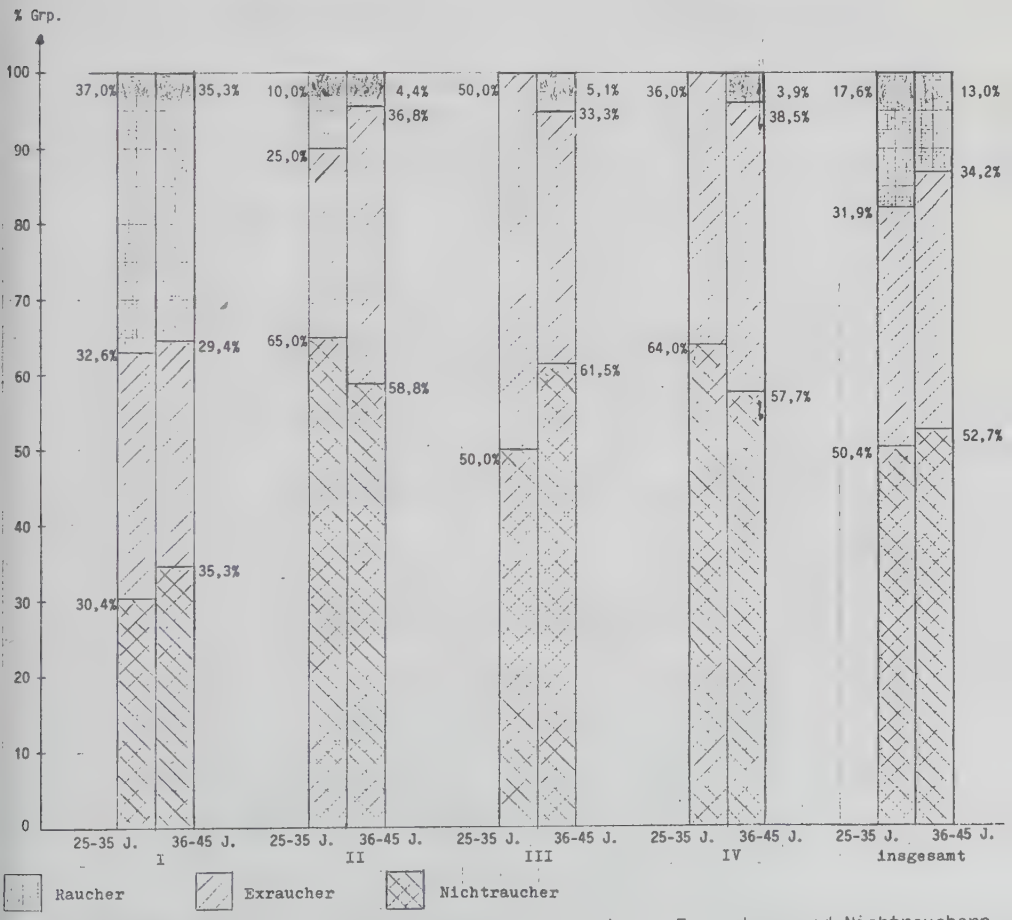


Abb.5. Raucheranamnese: Relative Häufigkeit von Rauchern, Exrauchern und Nichtrauchern in den einzelnen Trainingsgruppen I-IV und trainingsunabhängig in beiden Altersklassen

Schon bei geringer Trainingshäufigkeit war der Anteil der Raucher in beiden Altersklassen auffallend reduziert und bei den mehr als zwei Mal pro Woche Trainierenden der 25-35 Jährigen waren keine Raucher anzutreffen. Die Anzahl der Exraucher in den Gruppen zeigte keine Trainingsabhängigkeit.

1.2.3.3. Bisherige Raucherjahre

Bei den nicht oder seltener als zwei Mal pro Woche Trainierenden rauchten bei den 25-35 Jährigen die meisten der Raucher seit über 5 bis 10 Jahren und eine wesentlich kleinere Zahl seit 1 bis 5 Jahren, bei den 36-45 Jährigen die meisten der Raucher seit über 10 bis 20 Jahren (Tab.10.). Die um 10 Jahre längere Raucherzeit der 36-45 Jährigen entsprach ihrem um 10 Jahre höheren Durchschnittsalter.

Tab.10. Raucheranamnese: Absolute und relative Häufigkeit von Exrauchern und Rauchern mit einer bestimmten Anzahl von Raucherjahren im Vergleich der Trainingsgruppen I-IV, aufgeteilt in zwei Altersklassen.

Exraucher

25-35 Jährige	Gruppe I n=46 Exr. =15 Anz.Def.=15	Gruppe II n=40 Exr. =10 Anz.Def.=10	Gruppe III n= 8 Exr. =4 Anz.Def.=4	Gruppe IV n=25 Exr. =9 Anz.Def.=9
seit ≤ 1 Jahr	5 = 33,3%	1 = 10,0%		
seit > 1 ≤ 5 Jahren	5 = 33,3%	6 = 60,0%	2 = 50,0%	4 = 44,4%
seit > 5 ≤10 Jahren	4 = 26,7%	3 = 30,0%	1 = 25,0%	5 = 55,6%
seit >10 ≤20 Jahren	1 = 6,7%			
seit >20 Jahren			1 = 25,0%	

36-45 Jährige	n=52 Exr. =15 Anz.Def.=15	n=68 Exr. =25 Anz.Def.=25	n=39 Exr. =13 Anz.Def.=13	n=26 Exr. =10 Anz.Def.=10
seit ≤ 1 Jahr	3 = 20,0%	2 = 8,0%	2 = 15,4%	
seit > 1 ≤ 5 Jahren	4 = 26,7%	7 = 28,0%	5 = 38,5%	4 = 40,0%
seit > 5 ≤10 Jahren	7 = 46,7%	11 = 44,0%	4 = 30,8%	6 = 60,0%
seit >10 ≤20 Jahren	1 = 6,7%	5 = 20,0%	1 = 7,7%	
seit >20 Jahren			1 = 7,7%	

Raucher

25-35 Jährige	Gruppe I n=46 Raucher =17 Anz.Def.=17	Gruppe II n=40 Raucher =4 Anz.Def.=3	Gruppe III n= 8 Raucher =0 Anz.Def.=0	Gruppe IV n=25 Raucher =0 Anz.Def.=0
seit ≤ 1 Jahr	2 = 11,8%			
seit > 1 ≤ 5 Jahren	4 = 23,5%	1 = 33,3%		
seit > 5 ≤10 Jahren	9 = 52,9%	2 = 66,7%		
seit >10 ≤20 Jahren	2 = 11,8%			
seit >20 Jahren				

36-45 Jährige	n=52 Raucher =18 Anz.Def.=16	n=68 Raucher =3 Anz.Def.=3	n=39 Raucher =2 Anz.Def.=2	n=26 Raucher =1 Anz.Def.=1
seit ≤ 1 Jahr				
seit > 1 ≤ 5 Jahren	1 = 6,3%			
seit > 5 ≤10 Jahren	5 = 31,3%	1 = 33,3%	2 = 100%	1 = 100%
seit >10 ≤20 Jahren	10 = 62,5%	2 = 66,7%		
seit >20 Jahren				

Tab.11. Raucheranamnese: Absolute und relative Häufigkeit von Rauchern mit einer bestimmten Anzahl von Zigaretten und Zigarren pro Tag. Vergleich der Trainingsgruppen I-IV aufgeteilt in zwei Altersklassen.

25-35 Jährige Anzahl Zig.	Gruppe I n=46 Raucher 17 Anz.Def.17	Gruppe II n=40 Raucher 4 Anz.Def.4	Gruppe III n= 3 Raucher 0 Anz.Def. 0	Gruppe IV n=25 Raucher 0 Anz.Def.0
≤ 10/die	6 = 35,3%	2 = 50%	0 = 0%	0 = 0%
> 10 ≤ 20/die	5 = 29,4%	1 = 25%	0 = 0%	0 = 0%
> 20/die	6 = 35,3%	1 = 25%	0 = 0%	0 = 0%

36-45 Jährige Anzahl Zig.	Gruppe I n=52 Raucher 18 Anz.Def.18	Gruppe II n=68 Raucher 3 Anz.Def.3	Gruppe III n=39 Raucher 2 Anz.Def. 2	Gruppe IV n=26 Raucher 1 Anz.Def.1
≤ 10/die	6 = 33,3%	1 = 33,3%	2 = 100%	0 = 0%
> 10 ≤ 20/die	5 = 27,8%	1 = 33,3%	0 = 0%	0 = 0%
> 20/die	7 = 38,9%	1 = 33,3%	0 = 0%	1 = 100%

1.2.4. Sportanamnese

1.2.4.1. Lauftraining

Auf Grund der Trainingseinheiten pro Woche wurden alle Probanden für die Zwecke der vorliegenden Arbeit in vier Gruppen eingeteilt.
In Gruppe I war die Zahl der TE/Wo = 0, in II ≤ 2, in III > 2 < 4 und in IV ≥ 4 (Tab.1.)
Die 25-35 Jährigen trainierten bisher durchschnittlich zweieinhalb bis viereinhalb Jahre lang, die 36-45 Jährigen durchschnittlich fünf bis fünfeinhalb Jahre lang (Tab.12.1., 12.2.).

Tab.12.1. Trainingsanamnese: Umfang des Lauftrainings

25-35 Jährige

Grp.	n		Training seit Jahren	TE/Wo	Std/Wo	km/Wo
I	46	Anz.Def.	46	45	35	33
		$\bar{x}$	0,2	0,0	0,0	0,0
		s	±0,9	±0	±0	±0
II	40	Anz.Def.	39	40	40	40
		$\bar{x}$	4,3	1,4	1,7	12,3
		s	±4,4	±0,4	±1,0	±7,1
III	8	Anz.Def.	8	8	8	8
		$\bar{x}$	2,6	3,1	4,1	47,5
		s	±1,8	±0,3	±1,2	±14,9
IV	25	Anz.Def.	25	25	25	25
		$\bar{x}$	4,5	5,9	8,6	94,4
		s	±3,8	±1,3	±4,0	±36,3

Tab.12.2.Trainingsanamnese, Umfang des Lauftrainings

36-45 Jährige Grp.	n		Training seit Jahren	TE/Wo	Std/Wo	km/Wo
I	55	Anz.Def.	50	49	26	24
		$\bar{x}$	0,2	0,0	0,0	0,2
		s	±1,4	±0	±0	±1,0
II	68	Anz.Def.	68	68	68	68
		$\bar{x}$	5,2	1,5	1,8	14,9
		s	±6,0	±0,5	±1,1	±9,5
III	39	Anz.Def.	39	39	39	39
		$\bar{x}$	5,0	2,9	3,3	35,1
		s	±6,5	±0,3	±1,2	±13,2
IV	26	Anz.Def.	26	26	26	26
		$\bar{x}$	5,8	5,0	6,6	76,1
		s	±5,4	±o,9	±3,5	±39,7

In beiden Altersklassen stieg die Anzahl der pro Woche gelaufenen Kilometer mit zunehmender Häufigkeit der TE/Woche von Gruppe zu Gruppe an ($p < 0,005$).

Von der anamnestischen Laufdauer und den anamnestischen Laufstrecken pro Woche sind die durchschnittlichen Laufgeschwindigkeiten der einzelnen Gruppen ableitbar (Tab.13.)

Tab.13. Laufgeschwindigkeiten beim Training

Gruppe	km/h	
	25-35 Jährige	36-45 Jährige
I	-	-
II	7,2	8,3
III	11,6	10,6
IV	11,0	11,5

Demnach war in beiden Altersklassen die durchschnittliche Laufgesschwindigkeit in den Gruppen II deutlich langsamer als in den Gruppen III und IV, die untereinander nur geringe Geschwindigkeitsdifferenzen aufwiesen.

Die Gruppen IV unterschieden sich von den Gruppen III durch eine ca. doppelte Laufdauer pro Woche, durch fast doppelt so lange Laufstrecken und durch mehr Trainingseinheiten pro Woche, aber nur unwesentlich in der Laufgeschwindigkeit beim Training.

Bein Vergleich des Trainingsumfangs beider Altersklassen fand sich kein wesentlicher Unterschied außer häufigeren Trainingseinheiten pro Woche bei den 25-35 Jährigen in IV.

1.2.4.2. Zusätzlicher Sport

In allen Gruppen beider Altersklassen übten die meisten Probanden keinen zusätzlichen Sport aus. Am häufigsten war bei den 25-35 Jährigen in allen Gruppen zusätzlicher Spielsport, bei den 36-45 Jährigen häufiger Trainierenden kompositorischer Sport. Bei den Hochausdauertrainierenden beider Altersklassen wurde auffallend häufig zusätzlicher Ausdauersport angegeben (Tab.14).

Tab.14. Anamnese: Absolute und relative Häufigkeit von Probanden ohne zusätzliche und mit zusätzlichen Sportarten

25-35 Jährige	Gruppe I n=46	Gruppe II n=40	Gruppe III n= 8	Gruppe IV n=25
kein zusätzlicher Sport	29 = 63%	19 = 47,5%	4 = 50%	8 = 32%
Spielsport	9 = 20%	12 = 30,0%	2 = 25%	8 = 32%
kompositorischer Sport	6 = 13%	6 = 15,0%	0 = 0%	5 = 20%
Kraftsport	1 = 2%	1 = 2,5%	0 = 0%	1 = 4%
Ausdauersport	1 = 2%	2 = 5,0%	2 = 25%	3 = 12%
36-45 Jährige	**Gruppe I n=52**	**Gruppe II n=68**	**Gruppe III n=39**	**Gruppe IV n=26**
kein zusätzlicher Sport	37 = 71%	26 = 38%	16 = 41%	10 = 39%
Spielsport	7 = 13%	12 = 19%	5 = 13%	5 = 19%
kompositorischer Sport	5 = 10%	26 = 38%	10 = 26%	7 = 27%
Kraftsport	0 = 0%	0 = 0%	2 = 5%	0 = 0%
Ausdauersport	3 = 6%	4 = 6%	6 = 15%	4 = 15%

Der Trainingsaufwand für zusätzlichen Sport zeigte sowohl bei der Zahl der TE/Wo als auch der Trainigsstunden/Wo keine signifikanten Beziehungen zum Umfang des Lauftrainings und keinen wesentlichen Unterschied zwischen den Altersklassen (15.1., 15.2.)

Tab.15.1. Anamnese, zusätzlicher Sport, Trainingsaufwand

25-35 Jährige

Grp.	n		TE/Woche	Std./Woche
I	46	Anz.Def./%Grp.	21/45,7%	18/39,1%
		$\bar{x}$	1,5	2,3
		s	±1,2	±1,6
II	40	Anz.Def./%Grp.	21/52,5%	21/52,5%
		$\bar{x}$	1,8	2,2
		s	±1,4	±2,2
III	8	Anz.Def./%Grp.	4/50,0%	4/50,0%
		$\bar{x}$	1,5	2,0
		s	±0,6	±1,4
IV	25	Anz.Def./%Grp.	15/60,0%	15/60,0%
		$\bar{x}$	2,1	3,8
		s	±1,6	±4,8

Tab.15.2. Anamnese, zusätzlicher Sport, Trainingsaufwand

36-45 Jährige Grp.	n		TE/Woche	Std./Woche
I	52	Anz. Def./%Grp.	14/26,9%	13/25,0%
		$\bar{x}$	2,0	2,5
		s	±2,4	±2,8
II	68	Anz.Def./%Grp.	44/64,7%	42/61,8%
		$\bar{x}$	1,8	2,6
		s	±1,1	±2,2
III	39	Anz.Def./Grp.	22/56,4%	23/59,0%
		$\bar{x}$	2,0	1,9
		s	±1,2	±0,9
IV	26	Anz.Def./%Grp.	16/61,5%	16/61,5%
		$\bar{x}$	2,1	2,1
		s	±1,5	±1,2

1.2.4.3. Wettkampfanamnese

Die jüngsten Bestzeiten für Marathonlauf, 10 000 m - Lauf und 5 000 m - Lauf gehen aus Tabelle 16 hervor. Die Ergebnisse in allen drei Laufdisziplinen verbesserten sich erwartungsgemäß mit zunehmender Trainingshäufigkeit in beiden Altersklassen. Im 10 000 m - und 5 000 m - Lauf erreichten die hochausdauertrainierenden 25-35 Jährigen deutlich bessere Laufzeiten ($p<0,005$) als die 36-45 Jährigen mit vergleichbarem Trainingsumfang. In den übrigen Gruppen ergab sich in keiner Disziplin ein Unterschied zwischen den Altersklassen (Tab.16.).

Tab.16. Wettkampfanamnese: Letzte Wettkampfergebnisse in Minuten

25-35 Jährige

Laufstrecke		Gruppe I n=46	Gruppe II n=40	Gruppe III n= 8	Gruppe IV n=25
Marathon	Anz.Def.	0	2	2	13
	$\bar{x}$	0	237,0	190,0	171,7
	s	±0	±7,1	±52,3	±17,6
10 000 m	Anz.Def.	0	6	5	14
	$\bar{x}$	0	44,2	38,4	33,1
	s	±0	±2,6	±5,0	±2,7
5 000 m	Anz.Def.	0	4	2	12
	$\bar{x}$	0	24,0	15,5	15,4
	s	±0	±11,5	±0,7	±1,0

36-45 Jährige

Laufstrecke		Gruppe I n=52	Gruppe II n=68	Gruppe III n=39	Gruppe IV n=26
Marathon	Anz.Def.	1	7	14	16
	$\bar{x}$	240,0	208,0	204,3	184,8
	s	±0	±17,5	±16,9	±17,6
10 000 m	Anz.Def.	0	8	10	11
	$\bar{x}$	0	43,0	41,3	37,2
	s	±0	±4,8	±4,1	±2,6
5 000 m	Anz.Def.	0 0	10	7	8
	$\bar{x}$	0	19,7	18,7	17,5
	s	±0	±2,8	±1,5	±1,4

2. Klinische Befunde

2.1. Häufigkeit internistisch auffälliger Probanden

Hier wurden nur die bei der klinischen Untersuchung festgestellten pathologischen Befunde: Tonsillenhypertrophie, Lymphknotenschwellung, Varikosis, Hypertonie, Herzfehler(1Vorhofseptumdefekt) und vergrößerte Leber aufgeführt. Eine Aufschlüsselung nach einzelnen Diagnosen war wegen der Seltenheit nicht sinnvoll. Die Summe der internistisch auffälligen Probanden war bei den 36-45 Jährigen mit 32,1% um 7,7% größer als bei den 25-35 Jährigen. Bei den Untrainierten hatten die 36-45 Jährigen gegenüber den Jüngeren etwas häufiger ($p<0,05$) pathologische internistische Befunde, nicht aber die Trainierenden. Mit zunehmender Trainingshäufigkeit fiel die Abnahme der pathologischen internistischen Befunde bei den 36-45 jährigen Hochausdauertrainierenden gegenüber den Nichtläufern als einzige signifikante Veränderung auf ($p<0,05$), (Abb.6.).

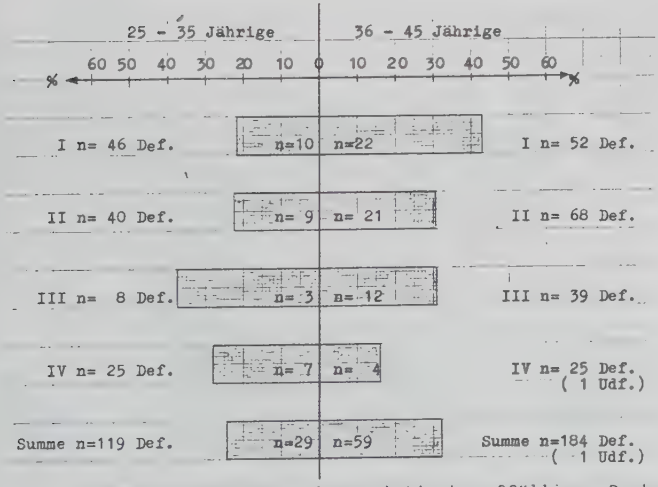


Abb.6. Relative Häufigkeit internistisch auffälliger Probanden

2.2. Pathologische orthopädische Befunde

In beiden Altersklassen waren in Abhängigkeit vom Trainingsumfang die häufigsten pathologischen Befunde bei den Hochausdauertrainierenden zu finden.

- Füße mit Sprunggelenken
  In beiden Altersklassen nahm die Anzahl pathologischer Befunde trainingsabhängig deutlich zu ($p<0,001$), (Tab.17.2.*).
- Kniegelenke
  Bei den 25-35 Jährigen zeigte die Anzahl pathologischer Befunde trainingsabhängig eine zunehmende Tendenz.
- Hüftgelenke
  Bei den Hochausdauertrainierenden (Grp.IV) beider Altersklassen fanden sich wesentlich mehr pathologische Befunde als bei den Untrainierten. Ohne Trennung in Altersklassen fanden sich in IV auch mehr pathologische Hüftgelenksbefunde als bei den weniger Trainierenden ($p<0,05$).
- Wirbelsäule
  In beiden Altersklassen nahmen die pathologischen Befunde trainingsabhängig signifikant zu ($p < 0,001$).
- Schultergürtel
  Hier zeigte die Zahl pathologischer Befunde keine Abhängigkeit vom Trainingsumfang (Abb.7.1.,7.2.,7.3.)

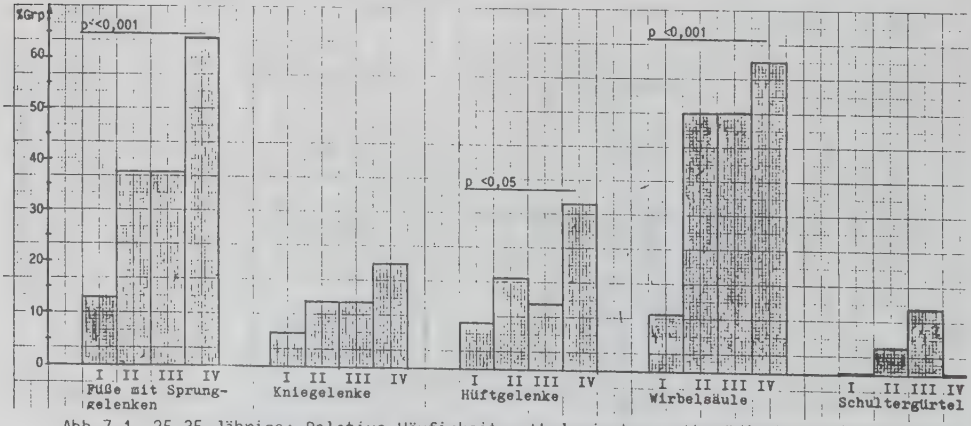


Abb.7.1. 25-35 Jährige: Relative Häufigkeit pathologischer orthopädischer Befunde an bestimmten Lokalisationen des Stütz-und Bewegungsapparats mit Vergleich der Gruppen I-IV

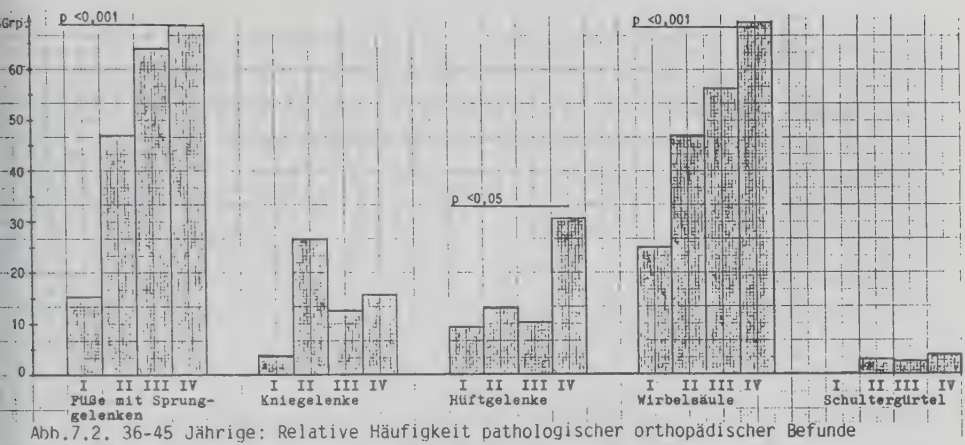


Abb.7.2. 36-45 Jährige: Relative Häufigkeit pathologischer orthopädischer Befunde

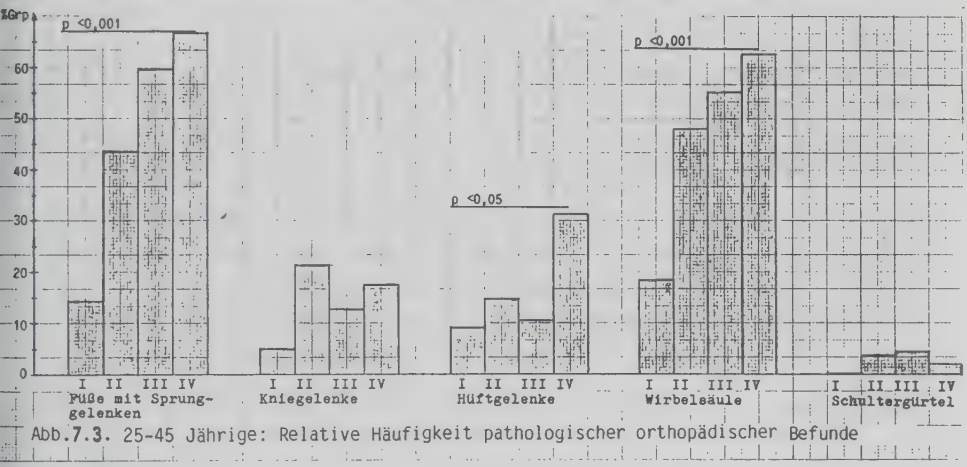


Abb.7.3. 25-45 Jährige: Relative Häufigkeit pathologischer orthopädischer Befunde

Die häufigste Befundlokalisation war bei den 25-35 Jährigen die Wirbelsäule mit 37%. Danach folgten in abnehmender Häufigkeit die Füße mit Sprunggelenken und wesentlich seltener die Hüftgelenke, die Kniegelenke und an letzter Stelle der Schultergürtel (Tab.17.1.*). Bei den 36-45 Jährigen war die Reihenfolge fast dieselbe, nur die Kniegelenksbefunde waren hier häufiger als die Hüftgelenksbefunde. Bei der altersunabhängigen Zusammenfassung aller Probanden ergab sich die gleiche Reihenfolge wie bei den 25-35 Jährigen.

Die Befundhäufigkeit an den Füßen und Sprunggelenken und die fast gleiche Befundhäufigkeit an der Wirbelsäule war in allen Trainingsgruppen beider Altersklassen erheblich größer als die sich in allen Gruppen kaum voneinander unterscheidende Anzahl der Knie- und Hüftgelenksbefunde. Am seltensten in allen Gruppen beider Altersklassen war die Befundhäufigkeit am Schultergürtel (Tab.17.3.*).

3. Adaptationen durch Lauftraining

3.1. Körpergröße, Körpergewicht und Körpergesamtfettgehalt

Die Körpergröße war in allen Gruppen beider Altersklassen im Durchschnitt etwa gleich (Abb.8., Tab.18.1.*); im Altersvergleich waren die 25-35 Jährigen nur bei den wenig Trainierenden größer ($p<0,05$).
Das Körpergewicht, die Hautfaltendicke und der daraus berechnete Körpergesamtfettgehalt nahmen mit zunehmendem Trainingsumfang ab.
Von Gruppe II nach III waren in beiden Altersklassen die Gewichtsabnahme ($p<0,05$) und die Abnahme der Hautfaltendicke ($p<0,001$) am stärksten ausgeprägt.

Im Altersvergleich waren die Hautfaltendicke und der daraus berechnete Körpergesamtfettgehalt bei den 25-35 Jährigen in III geringer ($p<0,05$) als bei den 36-45 Jährigen. Die weiteren anthropometrischen Meßwerte unterschieden sich altersabhängig nicht signifikant (Abb.8., Tab.18.1.*u.2.*).

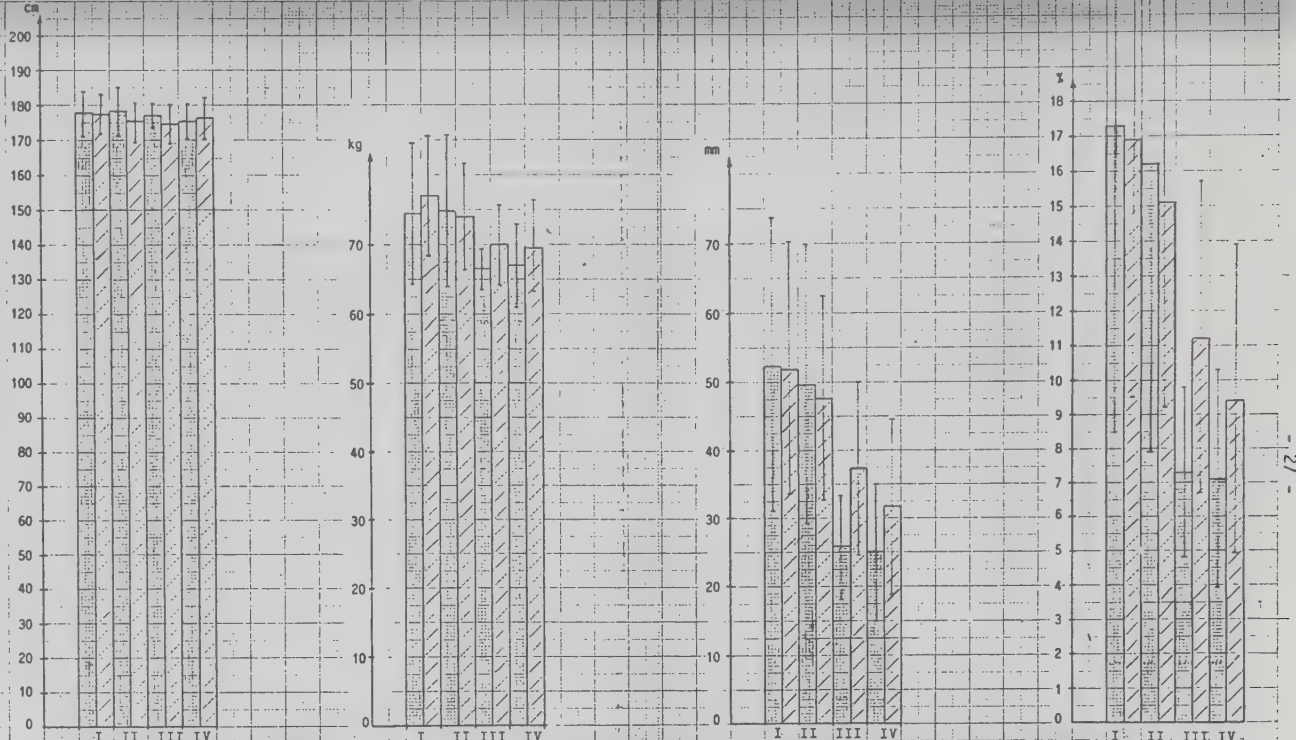


Abb.8. Anthropometrische Meßwerte

25 -35 Jährige 36 - 45 Jährige

3.2. Kardiovaskuläre und pulmonale Parameter in Ruhe

3.2.1. Blutdruck

Die Ruheblutdruckwerte gehen aus Abb.9. und Tab.19.* hervor. Sie zeigten keine wesentlichen trainings- und altersabhängigen Unterschiede - mit einer Ausnahme: Bei den Hochausdauertrainierenden lagen sie bei den Älteren gegenüber denen der Jüngeren systolisch um 10,8 mmHg ($p<0,05$) und diastolisch um 6,0 mmHg ($p<0,01$) höher.

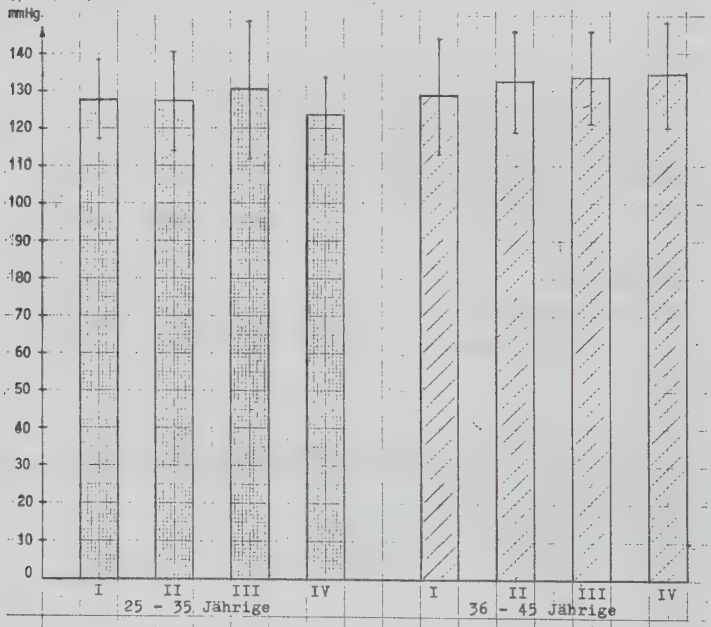


Abb.9.1. Ruhe - RR liegend, systolisch (mmHg)

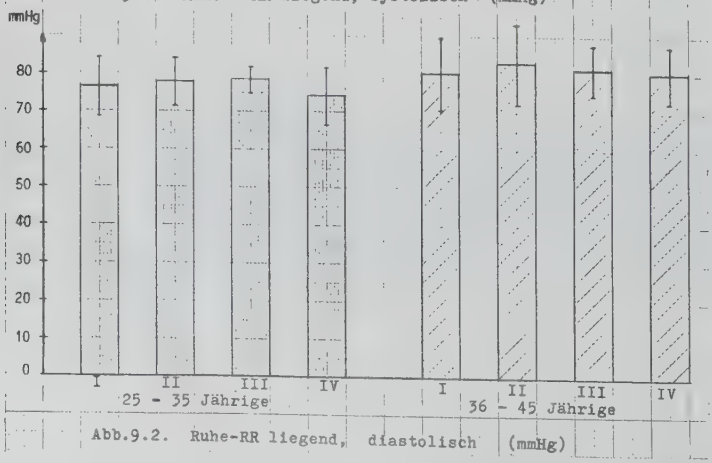


Abb.9.2. Ruhe-RR liegend, diastolisch (mmHg)

3.2.2. Herzvolumen

Das absolute und das relative Herzvolumen stiegen bei hohem Trainingsumfang in beiden Altersklassen an (Abb.10.1., 10.2., Tab.20.*). Signifikante Anstiege sowohl des absoluten als auch des relativen Herzvolumens fanden sich bei den 25-35 Jährigen von III nach IV ($p<0,005$). Das relative Herzvolumen nahm darüberhinaus in beiden Altersklassen von I nach III signifikant zu (bei den 25-35 Jährigen $p<0,05$, bei den 36-45 Jährigen $p<0,001$).

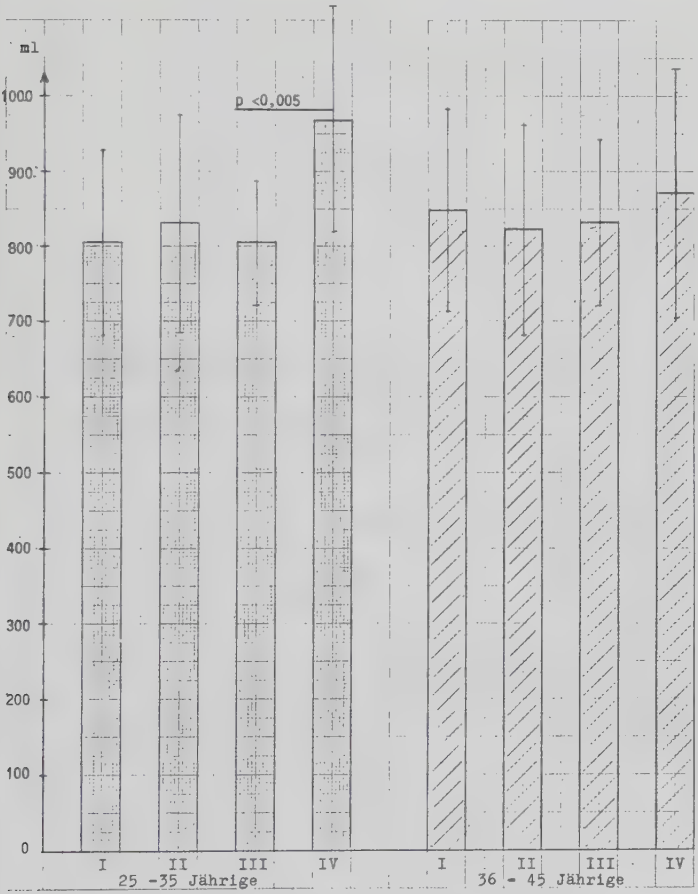


Abb.10.1. Herzvolumen absolut (ml)

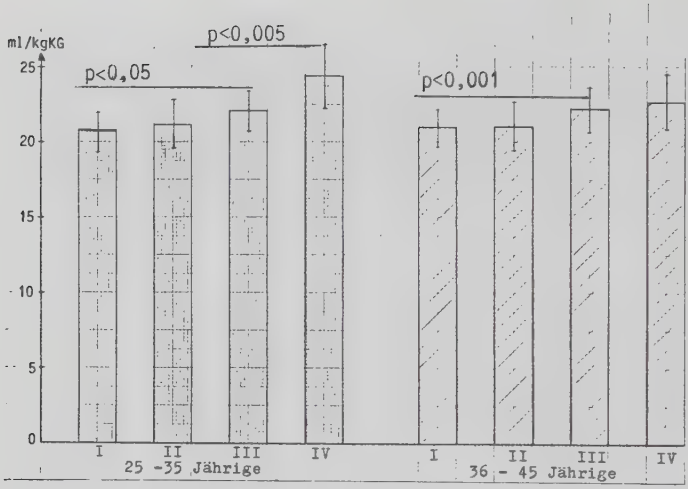


Abb.10.2. Relatives Herzvolumen in ml/kgKG

3.2.3. Ruhe-EKG

Die trainigsabhängigen Veränderungen im Ruhe-EKG bewegten sich im Normbereich. Sie waren meist nur im Vergleich zwischen den Gruppen I und IV signifikant (Tab.21.1.-4.). Dies betraf von I nach IV mit Zunahme des Trainingsumfangs

- die Abnahme der Ruheherzfrequenz
  bei den Jüngeren von 66/min auf 50/min,
  bei den Älteren von 67/min auf 56/min.

- die Zunahme der QT-Dauer
  bei den Jüngeren von 0,37 sec auf 0,44 sec,
  bei den Älteren von 0,38 sec auf 0,42 sec.

- die Zunahme des Winkels α
  bei den Jüngeren von 46° auf 62°.

- die Zunahme des Index Sv_1+Rv_5 (Norm bis 3,5 mV)
  bei den Jüngeren von 1,9 mV auf 2,6 mV,
  bei den Älteren von 1,6 mV auf 2,4 mV

- die Zunahme des Index Sv_5+Rv_1 (Norm bis 1,05 mV)
  bei den Jüngeren von 0,5 mV auf 0,7 mV,
  bei den Älteren von 0,5 mV auf 0,6 mV.

- die Abnahme von OUP-V_1 (Norm bis 0,03 sec)
  bei den Jüngeren von 0,034 sec auf 0,028 sec,
  bei den Älteren von 0,038 sec auf 0,027 sec.

- die Zunahme von OUP-V_6 (Norm bis 0,05 sec)
  bei den Jüngeren von 0,042 sec auf 0,044 sec. (Tab.21.1.,21.2., 21,3.*,21.4.*).

Tab.21.1. EKG in Ruhe

25-35 Jährige		Gruppe I n=46	Gruppe II n=40	Gruppe III n= 8	Gruppe IV n=25
HF/min	Anz.Def.	46	40	8	25
	$\bar{x}$	66	62	64	50
	s	± 13	± 11	±8	±11
P	Anz.Def.	46	40	8	25
	$\bar{x}$	0,10	0,10	0,11	0,11
	s	± 0,01	± 0,01	± 0,01	± 0,01
PQ	Anz.Def.	46	40	8	25
	$\bar{x}$	0,16	0,16	0,18	0,18
	s	± 0,02	± 0,02	± 0,04	± 0,04
QRS	Anz.Def.	46	40	8	25
	$\bar{x}$	0,10	0,10	0,11	0,10
	s	± 0,01	± 0,01	± 0,01	± 0,01
QT	Anz.Def.	46	40	8	25
	$\bar{x}$	0,37	0,39	0,41	0,44
	s	± 0,03	± 0,03	± 0,03	± 0,04
∢	Anz.Def.	45	40	8	25
	$\bar{x}$	46	54	62	62
	s	± 21	± 20	± 16	± 14
S_1+R_5	Anz.Def.	46	40	8	25
	$\bar{x}$	1,9	2,1	2,6	2,6
	s	± 0,6	± 0,5	± 0,9	± 0,9
S_5+R_1	Anz.Def.	46	40	8	25
	$\bar{x}$	0,5	0,6	0,7	0,7
	s	± 0,2	± 0,3	± 0,3	± 0,3
OUP-V_1	Anz.Def.	46	40	8	25
	$\bar{x}$	0,034	0,024	0,021	0,028
	s	±0,016	± 0,006	±0,004	±0,015
OUP-V_6	Anz.Def.	46	40	8	25
	$\bar{x}$	0,042	0,042	0,043	0,044
	s	±0,005	± 0,008	±0,010	±0,004

Tab.21.2. EKG in Ruhe

36-45 Jährige		Gruppe I n=52	Gruppe II n=68	Gruppe III n=39	Gruppe IV n=26
HF/min	Anz.Def.	51	68	39	26
	$\bar{x}$	67	60	54	56
	s	± 11	± 9	± 7	± 11
P	Anz.Def.	51	68	39	26
	$\bar{x}$	0,10	0,10	0,10	0,11
	s	± 0,01	± 0,01	± 0,01	± 0,01
PQ	Anz.Def.	51	68	39	26
	$\bar{x}$	0,16	0,17	0,17	0,17
	s	± 0,02	± 0,02	± 0,02	± 0,03
QRS	Anz.Def.	51	68	39	26
	$\bar{x}$	0,10	0,10	0,10	0,10
	s	± 0,01	± 0,01	± 0,01	± 0,01
QT	Anz.Def.	51	68	39	26
	$\bar{x}$	0,36	0,40	0,42	0,42
	s	± 0,03	± 0,03	± 0,03	± 0,03
$\measuredangle\alpha$	Anz.Def.	51	68	39	26
	$\bar{x}$	41	53	51	51
	s	±24	± 96	± 23	± 22
$S_1 + R_5$	Anz.Def.	51	68	39	26
	$\bar{x}$	1,6	2,2	2,2	2,4
	s	± 0,6	± 0,7	± 0,7	± 0,8
$S_5 + R_1$	Anz.Def.	51	68	39	26
	$\bar{x}$	0,5	0,5	0,4	0,6
	s	± 0,2	± 0,2	± 0,2	± 0,2
OUP-V_1	Anz.Def.	51	68	39	26
	$\bar{x}$	0,036	0,022	0,022	0,027
	s	±0,034	±0,009	±0,010	±0,015
OUP-V_6	Anz.Def.	51	68	39	26
	$\bar{x}$	0,047	0,042	0,041	0,042
	s	±0,044	±0,008	±0,008	±0,007

Mit zunehmendem Trainingsumfang fand sich eine steigende Anzahl von über die Norm erhöhten Einzelmeßwerten bei der QT-Dauer in beiden Altersklassen und der P-Dauer und dem PQ-Intervall bei den 36-45 Jährigen (Tab.22.*).

Einige Parameter im Ruhe-EKG wurden vom Trainingsumfang nicht beeinflußt. Diese waren in beiden Altersklassen die P-Dauer, das PQ-Intervall und die QRS-Dauer und bei den 36-45 Jährigen zusätzlich der Winkel α und OUP-V_6.

Die Anzahl von Probanden mit ventrikulären oder supraventrikulären Extrasystolen war bei den untrainierten 36-45 Jährigen mit 13,5% auffallend größer als in allen anderen Gruppen beider Altersklassen, in denen jeweils einer oder zwei Probanden Extrasystolen im Ruhe-EKG aufwiesen (Tab.23.*).

3.2.4. Lungenfunktion (Vitalkapazität und Tiffeneau-Test)

Die Vitalkapazität und der Tiffeneau-Test zeigten mit zunehmendem Trainingsumfang keine wesentlichen Veränderungen.
Die untrainierten 36-45 Jährigen hatten jedoch altersbedingt entsprechend niedrigere Lungenfunktionswerte ($p < 0,05$) als die 25-35 Jährigen (Tab.24.).

Tab.24. Vitalkapazität und Tiffeneautest

25-35 Jährige		Gruppe I n=46	Gruppe II n=40	Gruppe III n= 8	Gruppe IV n=25
VK (l)	Anz.Def.	46	40	8	25
	$\bar{x}$	6,2	6,0	6,1	5,9
	s	±0,8	± 0,9	±0,5	±0,8
$FEV_{1,0}$ (l)	Anz.Def.	46	40	8	25
	$\bar{x}$	5,1	5,0	5,0	5,0
	s	±0,7	±0,7	± 0,6	± 0,7

36-45 Jährige		Gruppe I n=52	Gruppe II n=68	Gruppe III n=39	Gruppe IV n=26
VK (l)	Anz.Def.	50	68	39	26
	$\bar{x}$	5,8	5,8	5,7	5,9
	s	±0,8	± 0,6	±0,6	±0,6
$FEV_{1,0}$ (l)	Anz.Def.	50	68	39	26
	$\bar{x}$	4,7	4,8	4,7	4,8
	s	±0,7	±0,6	± 0,5	±0,4

3.3. Humorale Parameter in Ruhe vor Belastung

3.3.1. Blutbild

Die Durchschnittswerte des Blutbildes lagen in allen Gruppen beider Altersklassen im Normbereich; die mittlere Hämoglobinkonzentration pro Erytrozyt lag durchgehend geringfügig über der Norm.
Dem Trainingsumfang über alle vier Gruppen parallelgehende Veränderungen dieser Blutbildwerte fanden sich nicht. Bei den 36-45 Jährigen nahmen zwar die Leukozyten ($p < 0,05$), der HK ($p < 0,005$) und der Hb ($p < 0,05$) von I-III innerhalb des Normbereichs ab, jedoch von III nach IV wieder deutlich zu (Tab.25.1., 25.2.).

Tab. 25.1 Blutbild

25 - 35 Jährige		Gruppe I n = 46	Gruppe II n = 4o	Gruppe III n = 8	Gruppe IV n = 25	Gesamt n = 119
Leukozyten (Giga/l) Norm 4,o-9,ox1o^{9}/l	Anz.Def.	45	39	8	25	117
	$\bar{x}$	5,7	5,6	5,7	5,6	5,7
	s	± 1,4	± 1,5	± 2,o	± 1,1	± 1,4
Erythrozyten (Tera/l) Norm 5,4±o,8x 1o^{12}/l	Anz.Def.	45	39	8	25	117
	$\bar{x}$	5,2	5,3	5,2	5,1	5,2
	s	± o,3	± o,3	± o,3	± o,3	± o,3
Haematokrit (Vol.%) Norm 47 ± 7,o	Anz.Def.	45	39	8	25	117
	$\bar{x}$	46	47	45	46	46
	s	± 3	± 3	± 3	± 3	± 3
Haemoglobin (mmol/l) Norm 9,93± 1,24	Anz.Def.	45	39	8	25	117
	$\bar{x}$	9,93	9,88	9,91	9,7o	9,86
	s	± o,54	± o,47	± o,7o	± o,65	± o,56
HbE (fmol/l) Norm 1,86± o,22	Anz.Def.	44	39	8	24	115
	$\bar{x}$	1,92	1,87	1,9o	1,89	1,9o
	s	± o,o8	± o,11	± o,o5	± o,o7	± o,o9
MCHC[1] (mmol/l) Norm 19,86 ± 1,24	Anz.Def.	44	38	8	25	115
	$\bar{x}$	21,5o	21,2o	21,75	21,2o	21,35
	s	± o,66	± o,56	± 1,o4	± o,65	± o,68
Mittl.Ery.-Vol. (FL) Norm 87 ± 5	Anz.Def.	44	38	8	25	115
	$\bar{x}$	89,o	88,3	88,3	88,24	88,5
	s	± 4,4	± 3,6	± 2,6	± 2,83	± 3,7

Tab. 25.2 Blutbild

36 - 45 Jährige		Gruppe I n = 52	Gruppe II n = 68	Gruppe III n = 39	Gruppe IV n = 26	Gesamt n = 185
Leukozyten (Giga/l) Norm 4,o-9,ox1o^{9}/l	Anz.Def.	5o	68	38	26	182
	$\bar{x}$	5,8	5,6	5,1	5,3	5,5
	s	± 1,4	± 1,2	± 1,1	± 1,o	± 1,2
Erythrozyten (Tera/l) Norm 5,4±o,8x1o^{12}/l	Anz.Def.	5o	66	38	26	18o
	$\bar{x}$	5,2	5,1	5,1	5,1	5,1
	s	± o,3	± o,3	± o,3	± o,3	± o,3
Haematokrit (Vol.%) Norm 47 ± 7,o	Anz.Def.	5o	66	38	25	179
	$\bar{x}$	47	45	44	46	45
	s	± 3	± 5	± 2	± 3	± 4
Haemoglobin (mmol/l) Norm 9,93±1,24	Anz.Def.	51	68	38	26	183
	$\bar{x}$	9,98	9,65	9,46	9,78	9,72
	s	± o,54	± o,63	± o,43	± o,64	± o,59
HbE (fmol/l Norm 1,86 ± o,22	Anz.Def.	5o	66	38	26	18o
	$\bar{x}$	1,9o	1,9o	1,9o	1,9o	1,9o
	s	± o,o9	± o,o9	± o,o8	± o,o7	± o,o8
MCHC[1](mmol/l) Norm 19,86 ± 1,24	Anz.Def.	5o	65	38	26	179
	$\bar{x}$	21,26	21,32	21,49	21,o3	21,3o
	s	± o,63	± o,55	± o,69	± o,73	± o,65
Mittl.Ery.-Vol. (FL) Norm 87 ± 5	Anz.Def.	5o	66	38	26	18o
	$\bar{x}$	9o,5	89,1	88,o	89,9	89,4
	s	± 4,9	± 3,3	± 3,8	± 3,8	± 4,o

Im Altersvergleich waren nur in den Gruppen II bei den Jüngeren die Erythrozyten und der Haematokrit höher ($p < 0,01$) und der HbE-Wert niedriger ($p < 0,05$) als bei den Älteren.

3.3.2. Differentialblutbild

Von II nach IV stieg bei den 25-35 Jährigen der Anteil der Segmentkernigen und fiel gleichzeitig der Anteil der Lymphozyten signifikant ($p < 0,05$); bei den 36-45 Jährigen zeigten diese zwei Zellarten von II nach IV die umgekehrte Tendenz.

Beim Vergleich beider Altersklassen fanden sich lediglich in Gruppe II der 25-35 Jährigen deutlich weniger Segmentkernige ($p<0,05$) als bei den 36-45 Jährigen. Ansonsten zeigten sich keine signifikanten trainings- oder altersabhängigen Veränderungen des Differentialblutbildes (Tab.26.1.,26.2.,26.3.*).

Tab. 26.1 Differentialblutbild

25 - 35 Jährige		Gruppe I n = 46	Gruppe II n = 4o	Gruppe III n = 8	Gruppe IV n = 25	Gesamt n = 119
Unreife Norm 0 %	Anz.Def.	39	33	7	18	97
	$\bar{x}$	o,o	o,o	o,o	o,o	o,o
	s	± o,o	± o,o	± o,o	± o,o	± o,o
Stabkernige Norm 3 - 5 %	Anz.Def.	42	37	7	2o	1o6
	$\bar{x}$	1,9	4,1	3,4	4,1	3,2
	s	± 2,1	± 5,o	± 4,1	± 4,9	± 4,1
Segmentkernige Norm 5o - 7o %	Anz.Def.	42	37	7	2o	1o6
	$\bar{x}$	48,5	46,2	48,9	51,3	48,3
	s	± 7,9	± 9,4	± 1o,7	± 1o,4	± 9,2
Lymphozyten Norm 25 - 45 %	Anz.Def.	42	37	7	2o	1o6
	$\bar{x}$	43,6	43,7	41,6	39,2	42,7
	s	± 9,9	± 8,o	± 8,6	± 9,1	± 9,1
Monozyten Norm 2 - 6 %	Anz.Def.	42	37	7	2o	1o6
	$\bar{x}$	2,6	2,2	3,3	2,2	2,4
	s	± 3,1	± 2,2	± 2,4	± 2,8	± 2,7
Eosinophile Norm 2 - 4 %	Anz.Def.	42	37	7	2o	1o6
	$\bar{x}$	3,2	3,o	2,3	2,7	3,o
	s	± 2,7	± 2,3	± 2,o	± 1,8	± 2,4
Basophile Norm o - 1 %	Anz.Def.	42	37	7	2o	1o6
	$\bar{x}$	o,3	o,4	o,6	o,3	o,4
	s	± o,6	± o,7	± o,8	± o,6	± o,6

Tab. 26.2 Differentialblutbild

36 - 45 Jährige		Gruppe I n = 52	Gruppe II n = 68	Gruppe III n = 39	Gruppe IV n = 26	Gesamt n = 185
Unreife Norm 0 %	Anz.Def.	46	56	26	21	149
	$\bar{x}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	s	± 0,0	± 0,0	± 0,0	± 0,0	± 0,0
Stabkernige Norm 3 - 5 %	Anz.Def.	48	60	31	24	163
	$\bar{x}$	1,8	4,3	3,4	3,4	3,3
	s	± 2,0	± 7,4	± 3,8	± 4,6	± 5,3
Segmentkernige Norm 50 - 70 %	Anz.Def.	48	60	31	24	163
	$\bar{x}$	50,4	50,9	48,4	47,9	49,9
	s	± 8,9	± 8,4	± 10,1	± 10,4	± 9,2
Lymphozyten Norm 25 - 45 %	Anz.Def.	48	59	31	24	162
	$\bar{x}$	42,8	40,2	43,0	44,0	42,0
	s	± 8,8	± 7,9	± 9,8	± 8,0	± 8,6
Monozyten Norm 2 - 6 %	Anz.Def.	48	60	31	24	163
	$\bar{x}$	1,9	2,2	2,1	1,6	2,0
	s	± 1,6	± 1,7	± 1,6	± 1,4	± 1,6
Eosinophile Norm 2 - 4 %	Anz.Def.	48	60	31	24	163
	$\bar{x}$	2,9	2,5	2,0	2,6	2,5
	s	± 2,0	± 2,1	± 2,3	± 1,5	± 2,1
Basophile Norm 0 - 1 %	Anz.Def.	48	60	30	24	162
	$\bar{x}$	0,2	0,4	0,4	0,5	0,3
	s	± 0,4	± 0,7	± 0,6	± 1,3	± 0,7

3.3.3. Elektrolyte

Die Elektrolytwerte lagen in allen Gruppen beider Altersklassen im Normbereich. Wesentliche Trainings- oder Alterseinflüsse waren, abgesehen von einzelnen nach dem U-Test zwar signifikanten aber sehr kleinen Veränderungen, nicht erkennbar: Die Serumcalziumwerte waren in beiden Altersklassen bei den Trainierenden etwas höher als bei den Nichttrainierenden. Bei den 36-45 Jährigen nahmen die Serumnatriumwerte von II nach IV deutlich ($p < 0,05$) ab. Altersabhängig lagen nur die Serumphosphorwerte in II ($p < 0,01$) und IV ($p < 0,05$) bei den 36-45 Jährigen eindeutig niedriger als bei den 25-35 Jährigen(Tab.27.1., 27.2., 27.3.).

Tab. 27.1 Elektrolyte

25 - 35 Jährige		Gruppe I n = 46	Gruppe II n = 40	Gruppe III n = 8	Gruppe IV n = 25	Gesamt n = 119
Kalium 3,1 - 5,5 mmol/l	Anz.Def.	46	40	8	25	119
	$\bar{x}$	3,9	3,9	3,8	3,8	3,9
	s	± 0,3	± 0,3	± 0,3	± 0,3	± 0,3
Natrium 135 - 154 mmol/l	Anz.Def.	40	38	8	25	119
	$\bar{x}$	142,3	142,3	142,1	142,4	142,6
	s	± 3,2	± 3,2	± 3,3	± 1,8	± 2,5
Calzium 2,0 - 2,74 mmol/l	Anz.Def.	46	40	7	25	118
	$\bar{x}$	2,43	2,46	2,47	2,47	2,45
	s	± 1,10	± 1,25	± 0,08	± 0,11	± 0,11
Chlor 95 - 107 mmol/l	Anz.Def.	46	40	8	25	119
	$\bar{x}$	104,8	105,2	104,0	105,4	105,0
	s	± 2,3	± 2,7	± 2,8	± 3,2	± 2,7
Phosphor 0,8 - 1,4 mmol/l	Anz.Def.	46	39	7	25	117
	$\bar{x}$	1,2	1,1	1,0	1,1	1,1
	s	± 0,2	± 0,2	± 0,1	± 0,1	± 0,2

Tab.27.2. Elektrolyte

Tab.27.2. Elektrolyte

36 - 45 Jährige		Gruppe I n = 52	Gruppe II n = 68	Gruppe III n = 39	Gruppe IV n = 26	Gesamt n = 185
Kalium 3,1 - 5,5 mmol/l	Anz.Def.	49	64	37	25	175
	$\bar{x}$	4,o	4,o	3,9	3,9	4,o
	s	± o,3	± o,4	± o,4	± o,4	± o,4
Natrium 135 - 154 mmol/l	Anz.Def.	5o	65	37	26	178
	$\bar{x}$	143,o	143,5	142,2	142,o	142,9
	s	± 2,4	± 3,o	± 2,8	± 2,2	± 2,7
Calzium 2,o - 2,74 mmol/l	Anz.Def.	51	68	38	26	184
	$\bar{x}$	2,39	2,44	2,45	2,42	2,43
	s	± o,11	± o,11	± o,o9	± o,17	± o,12
Chlor 95 - 1o7 mmol/l	Anz.Def.	51	68	39	26	185
	$\bar{x}$	1o4,3	1o5,o	1o5,o	1o3,7	1o4,7
	s	± 2,1	± 2,9	± 2,6	± 2,9	± 2,6
Phosphor o,8 - 1,4 mmol/l	Anz.Def.	51	68	38	26	184
	$\bar{x}$	1,1	1,o	1,o	1,o	1,o
	s	± o,2	± o,2	± o,2	± o,1	± o,2

3.3.4. Cholesterin und Triglyceride

- Die Serumcholesterinwerte zeigten keine trainingsabhängigen signifikanten Veränderungen. Die 36-45 Jährigen hatten gegenüber den 25-35 Jährigen in allen Gruppen etwas höhere Cholesterinwerte, wesentlich höhere aber nur bei den Hochausdauertrainierenden ($p<0,001$), (Tab.28.2.*,3.* und 4.*). Leicht über der Norm lagen die Durchschnittswerte der häufiger als zwei Mal pro Woche trainierenden 36-45 Jährigen.
- Die Triglyceride fielen im allgemeinen in beiden Alterklassen mit zunehmendem Trainingsumfang deutlich ab ($p<0,001$), (Tab.28.1.* - 4.*). Bei den 36-45 Jährigen waren nur in Gruppe III die Triglyceridwerte wesentlich höher als bei den 25-35 Jährigen (Abb.11.1., 11.2.).

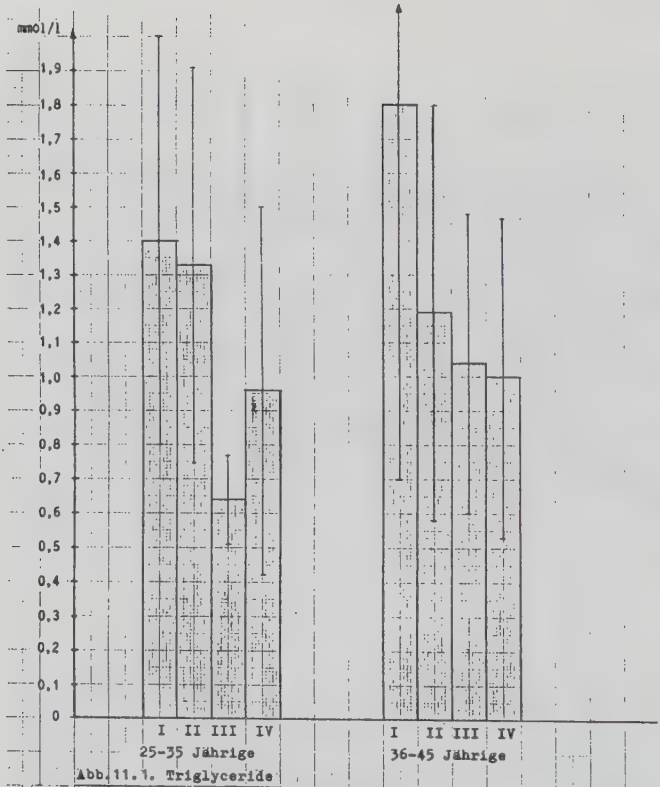


Abb.11.1. Triglyceride

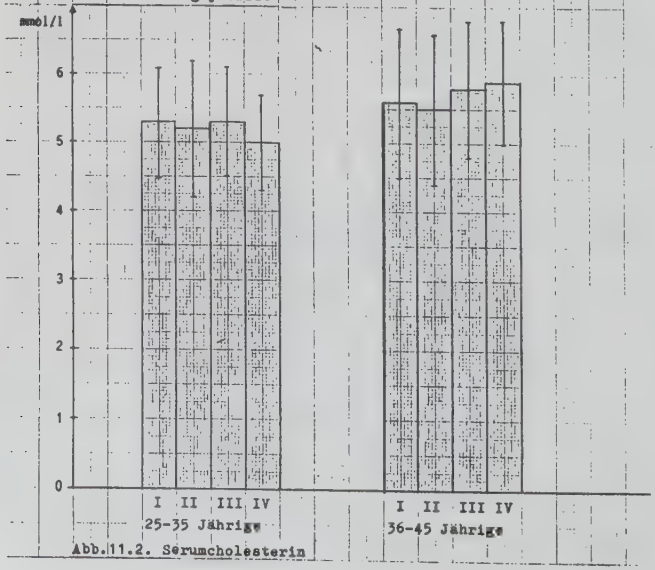


Abb.11.2. Serumcholesterin

3.3.5. Weitere Laborwerte

Fast alle der in Tab.28* festgehaltenen Laborwerte zeigten in allen Gruppen beider Alterklassen Durchschnittswerte innerhalb der Norm.

- Mit zunehmendem Trainingsumfang stieg der Serumharnstoffspiegel in beiden Altersklassen deutlich an ($p<0,001$), während das Serumkreatinin ebenfalls in beiden Altersklassen eine eher leicht fallende Tendenz aufwies.
- Die Serumharnsäure fiel bei den 36-45 Jährigen mit zunehmendem Training von Gruppe zu Gruppe leicht ab.
- Das Serumalbumin war in beiden Alterklassen bei den Nichttrainierenden deutlich höher ($p<0,001$) als bei den Trainierenden, das Gesamteiweiß diskret niedriger.
- Das Serumeisen beider Altersklassen und die Phosphatide bei den 25-35 Jährigen waren bei den Nichttrainierenden etwas höher als bei den Trainierenden.
- Das Serumbilirubin war bei den 36-45 Jährigen Nichttrainierenden niedriger als bei den Trainierenden ($p < 0,05$), (Tab.28.1.* - 4.*).

3.3.6. Oraler Glucosetoleranztest

In beiden Altersklassen fanden sich zu allen vier Meßzeitpunkten keine wesentlichen Unterschiede der Blutzuckerspiegel von Gruppe zu Gruppe.
Im Vergleich der beiden Altersklassen wurde erkennbar, daß bei den 36-45 Jährigen alle Blutzuckerwerte nach oraler Glukosebelastung höher lagen als die entsprechenden Werte der 25-35 Jährigen. Signifikant war dies beim Vergleich der Gruppen I für die 90 Minuten - und 120 Minuten-Werte ($p < 0,05$), bei II für den Nüchternwert ($p < 0,005$), den 30 Minuten- ($p < 0,05$) und 120 Minuten-Wert ($p < 0,001$) und bei IV für den 120 Minuten-Wert ($p < 0,05$), (Tab.29.1.,29.2.).

Tab.29.1. Oraler Glucosetoleranztest: Blutglucosewerte in mmol/l

25 - 35 Jährige		Gruppe I n = 46	Gruppe II n = 4o	Gruppe III n = 8	Gruppe IV n = 25	Gesamt n = 119
nüchtern mmol/l	Anz.Def.	44	35	6	21	1o6
	$\bar{x}$	4,88	4,69	5,55	5,15	4,91
	s	± o,77	± o,81	± 1,61	± 1,14	± o,94
3o Minuten mmol/l	Anz.Def.	44	37	7	21	1o9
	$\bar{x}$	8,82	8,39	8,19	8,71	8,61
	s	± 1,59	± 1,59	± 1,51	± 1,61	± 1,58
6o Minuten mmol/l	Anz.Def.	44	35	7	21	1o7
	$\bar{x}$	7,48	7,22	7,11	7,o1	7,28
	s	± 1,96	± 1,96	± 2,63	± 1,22	± 1,87
9o Minuten mmol/l	Anz.Def.	44	36	7	21	1o8
	$\bar{x}$	6,38	6,43	6,69	6,53	6,45
	s	± 1,32	± 1,3o	± 1,45	± 1,59	± 1,36
12o Minuten mmol/l	Anz.Def.	43	37	5	2o	1o5
	$\bar{x}$	6,37	6,o2	6,4o	6,44	6,26
	s	± 1,22	± 1,15	± 1,22	± o,89	± 1,14

Tab.29.2. Oraler Glucosetoleranztest: Blutglucosewerte in mmol/l

36 - 45 Jährige		Gruppe I n = 52	Gruppe II n = 68	Gruppe III n = 39	Gruppe IV n = 26	Gesamt n = 185
nüchtern mmol/l	Anz.Def.	48	64	36	22	168
	$\bar{x}$	5,18	5,04	5,00	5,06	5,08
	s	± 0,91	± 0,62	± 0,72	± 0,84	± 0,76
30 Minuten mmol/l	Anz.Def.	48	63	33	21	165
	$\bar{x}$	9,40	9,13	9,47	9,44	9,32
	s	± 1,59	± 1,72	± 2,05	± 1,69	± 1,74
60 Minuten mmol/l	Anz.Def.	48	63	35	22	168
	$\bar{x}$	8,21	7,86	8,06	8,25	8,05
	s	± 2,46	± 2,04	± 1,81	± 2,16	± 2,13
90 Minuten mmol/l	Anz.Def.	48	63	34	22	167
	$\bar{x}$	7,39	6,94	6,84	6,98	7,05
	s	± 2,36	± 2,13	± 1,32	± 1,64	± 2,00
120 Minuten mmol/l	Anz.Def.	48	64	34	20	166
	$\bar{x}$	7,20	6,76	7,10	7,31	7,03
	s	± 2,15	± 0,99	± 1,17	± 1,42	± 1,50

4. Kardiopulmonale und metabolische Parameter bei Laufbandbelastung

4.1. Maximale kardiopulmonale Meßwerte bei Belastung

In den meisten Gruppen beider Altersklassen zeigten das maximale Atemminutenvolumen, die maximale Sauerstoffaufnahme und der maximale Sauerstoffpuls, absolut und relativ pro kg Körpergewicht, eine deutliche trainingsabhängige Zunahme (Tab.30.1.* - 4.*). Nur bei den hochausdauertrainierenden 36-45 Jährigen waren die trainigsabhängige Zunahme der maximalen Sauerstoffaufnahme und des maximalen Sauerstoffpulses gering.

- Die maximale Herzfrequenz zeigte mit zunehmendem Trainingsumfang eine abnehmende Tendenz.
- Der maximale Blutdruck veränderte sich systolisch und diastolisch nicht wesentlich.
- Die maximale Atemfrequenz stieg in beiden Altersklassen trainingsabhängig deutlich an ($p<0,001$).
- Der maximale Respiratorische Quotient nahm trainingsabhängig signifikant ab (Abb.12., Tab.30.3.*,30.4.*).
- Das minimale Kohlendioxidatemaequivalent zeigte nur bei den 36-45 Jährigen bei zunehmendem Trainingsumfang einen durchgehenden deutlichen Anstieg. Bei den 25-35 Jährigen erfolgte von II nach IV dagegen ein Abfall des maximalen Kohlendioxidatemaequivalents.
- Das maximale Sauerstoffatemaequivalent zeigte keine wesentlichen trainingsabhängigen Veränderungen und keine Korrelation zum Kohlendioxidatemaequivalent (Abb.12.).

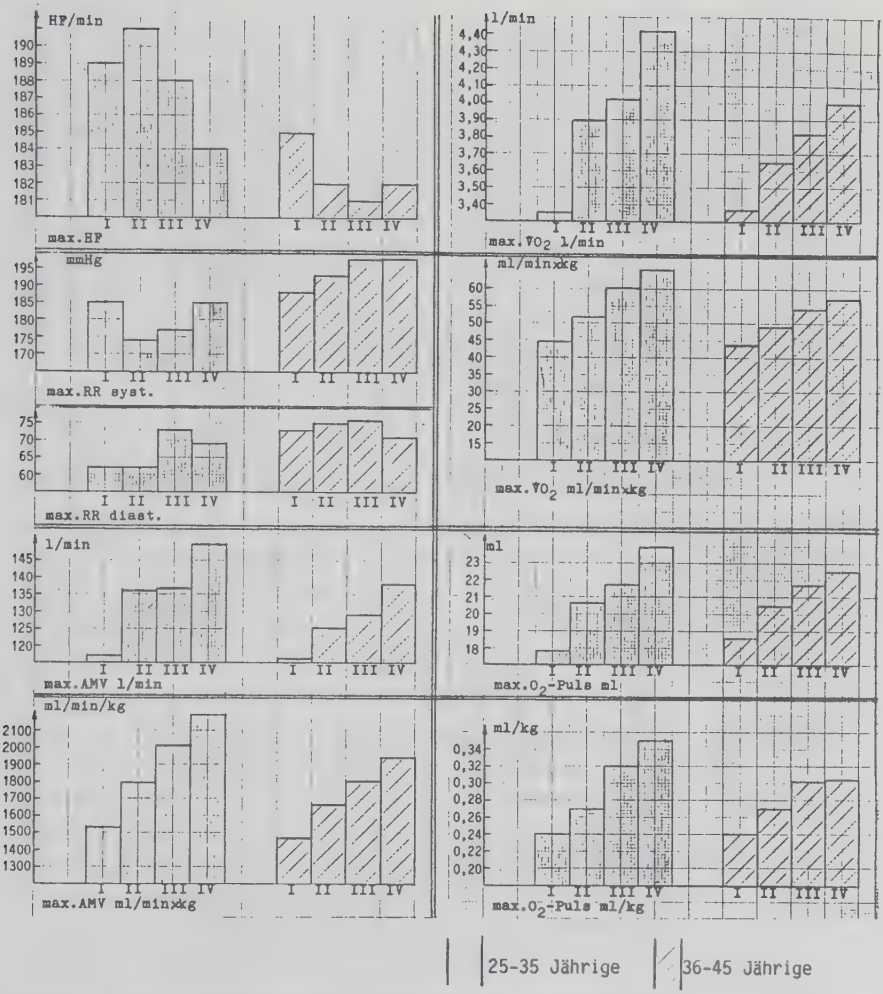


Abb.12.1. Maximale kardiopulmonale Meßwerte bei Laufbandbelastung mit 5% Steigung

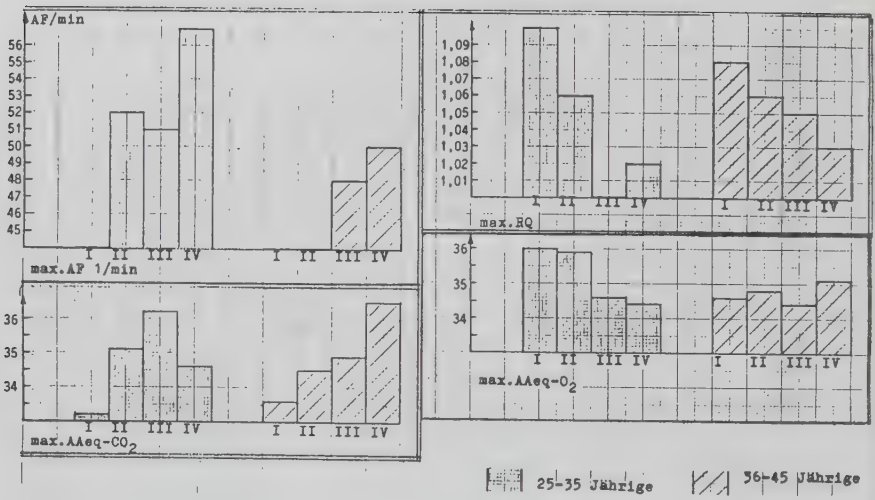


Abb.12.2. Maximale kardiopulmonale Meßwerte bei Laufbandbelastung mit 5% Steigung

4.2. Minimale kardiopulmonale Parameter für AAeq-O_2, AAeq-CO_2 und RQ mit den simultan erhobenen Werten HF/min, $\dot{V}O_2$(l/min), $\dot{V}O_2$(ml/min x kg) und AMV (l/min)

Die bei Belastung gemessenen minimalen Atemaequivalentwerte für Sauerstoff und für Kohlendioxid und der minimale RQ bei Belastung waren abgesehen von einem mit zunehmendem Trainingsumfang leicht steigenden Kohlendioxidatemaequivalent nicht trainingsabhängig und relativ konstant (Abb.13.-15., Tab.31.1.* - 4.*).

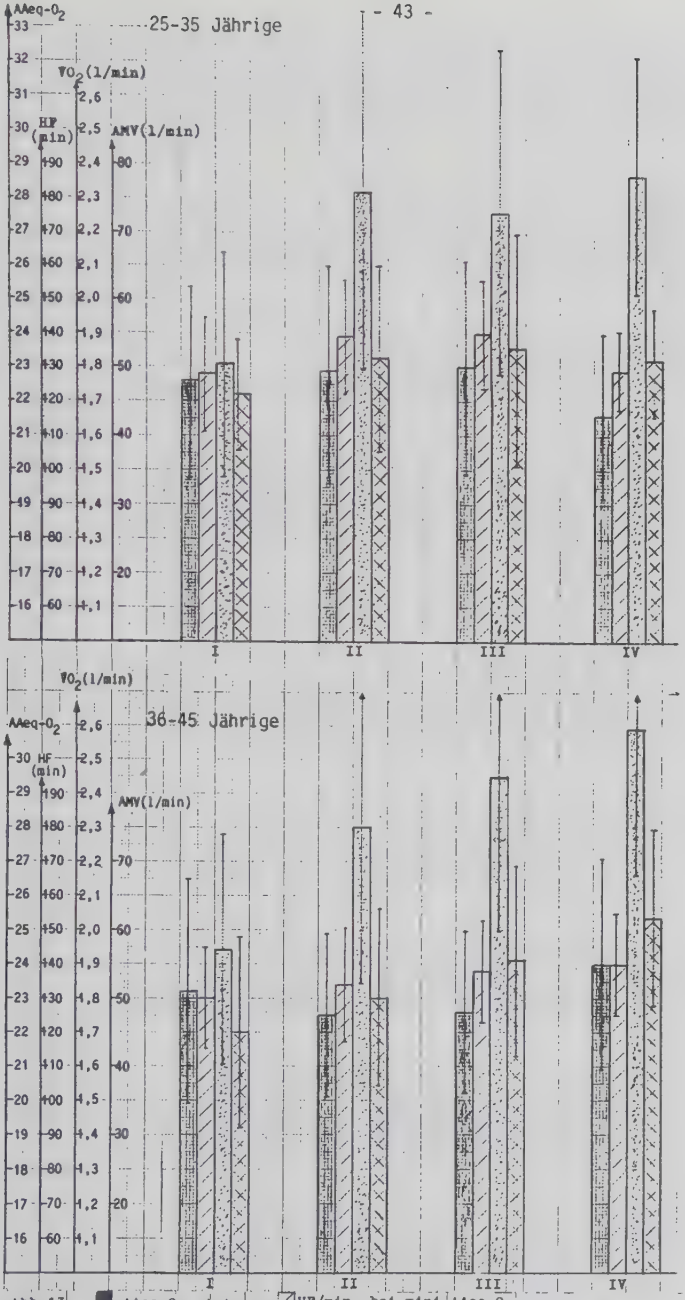


Abb.13: ■ AAeq-O_2 mini. ▨ HF/min. bei mini.AAeq-O_2
▩ VO_2(l/min) bei mini.AAeq-O_2 ▩ AMV(l/min) bei mini.AAeq-O_2
bei Laufbandbelastung mit 5% Steigung (mini.=minimal)

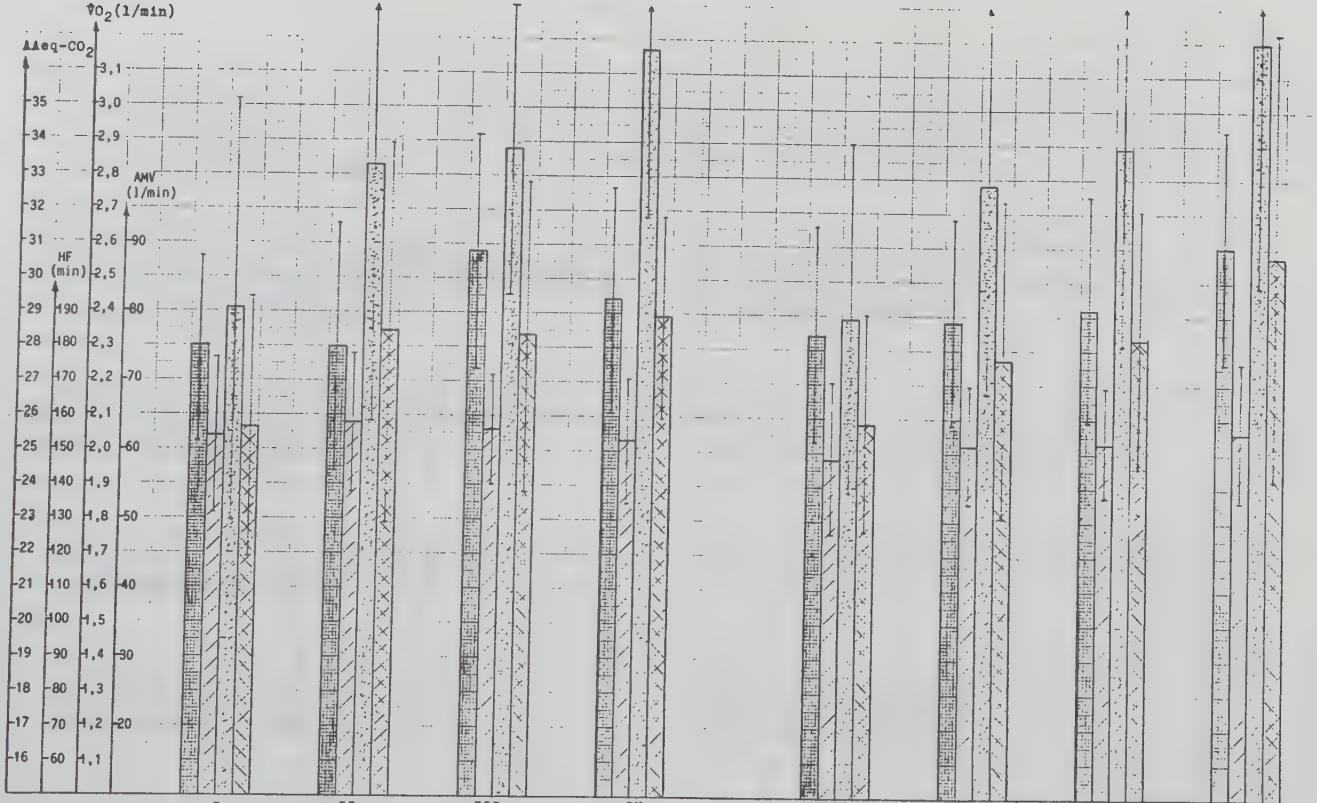


Abb.14. AAeq-CO_2 mini. , HF/min.bei mini.AAeq-CO_2 , $\dot{V}O_2$(l/min) bei mini.AAeq-CO_2 , AMV(l/min) bei mini.AAeq-CO_2

Laufbandbelastung mit 5% Steigung

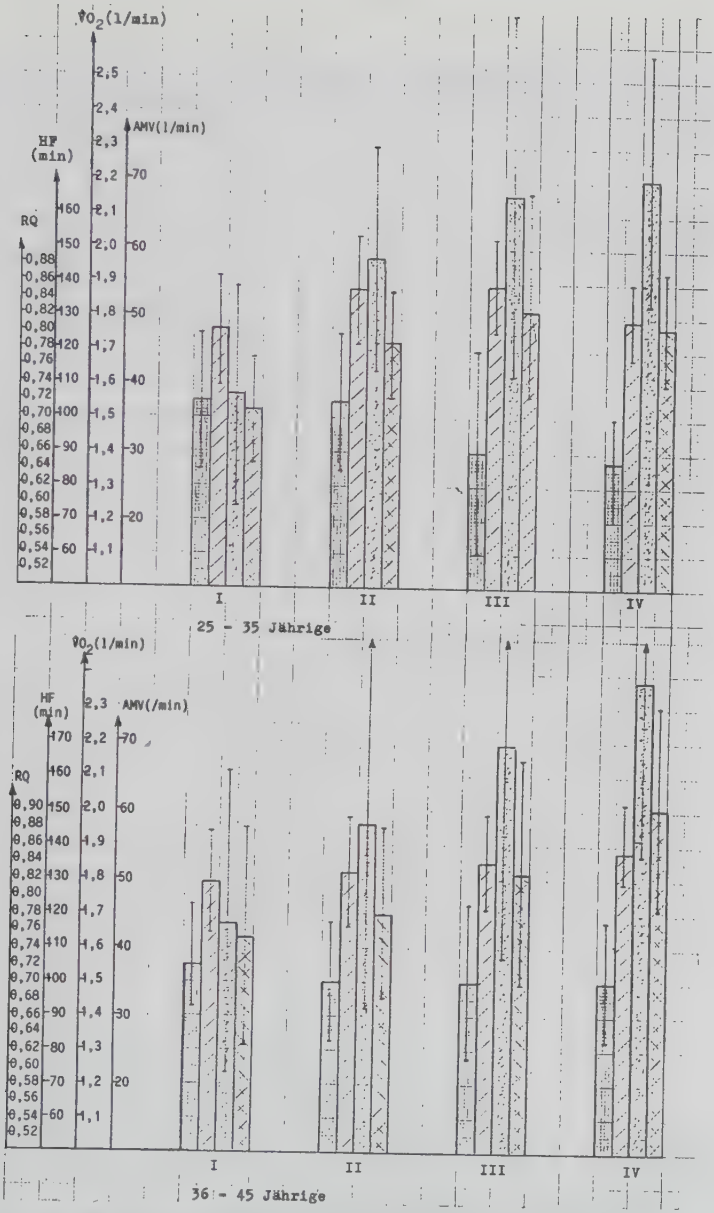


Abb.15. RQ mini. HF/min. bei mini.RQ $\dot{V}O_2$(l/min) bei mini RQ AMV(l/min) bei mini.RQ

Laufbandbelastung mit 5% Steigung

Für das minimale Sauerstoffatemaequivalent lagen die Durchschnittswerte der 25-35 Jährigen bei 22,5 ± 2,9 und bei den 36-45 Jährigen bei 22,9 ± 2,8. Bei umfangreicherem Lauftraining in der Anamnese erreichten unsere Probanden das minimale Sauerstoffatemaequivalent erst bei deutlich höheren Sauerstoffaufnahmen und Atemminutenvolumina als die weniger Trainierenden (Abb.16.). Anders ausgedrückt stiegen zum Zeitpunkt des minimalen Sauerstoffatemaequivalents die Sauerstoffaufnahme und das Atemminutenvolumen in beiden Altersklassen trainingsabhängig signifikant an, ebenso zum Zeitpunkt des minimalen Kohlendioxidatemaequivalents und zum Zeitpunkt des minimalen RQ. Dabei lagen die Sauerstoffaufnahme und das Atemminutenvolumen zum Zeitpunkt des minimalen Sauerstoffatemaequivalents in allen Gruppen etwas höher als zum Zeitpunkt des minimalen RQ (Abb.16.). Wesentlich höher lagen Sauerstoffaufnahme und Atemminutenvolumen zum Zeitpunkt des minimalen Kohlendioxidatemaequivalents.

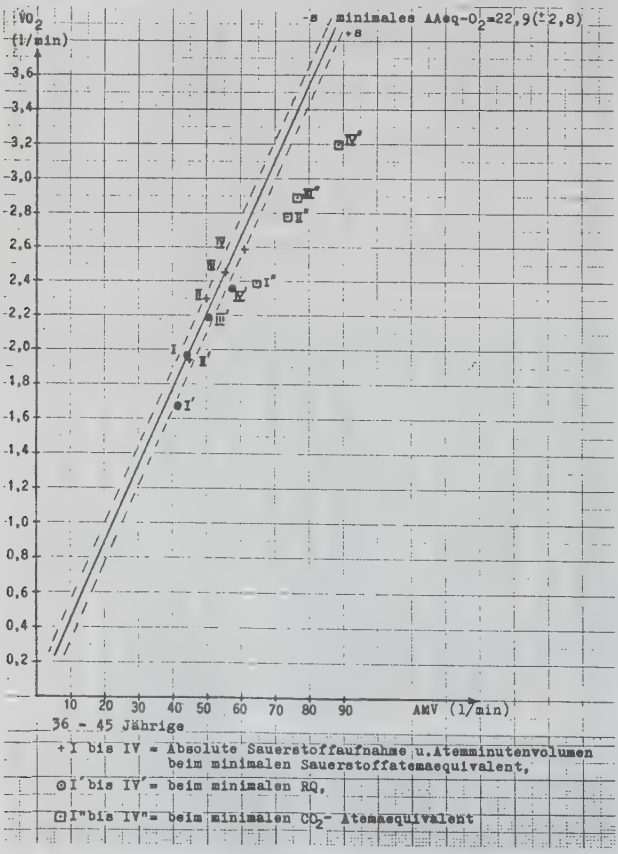


Abb.16. Durchschnittliches minimales Sauerstoffatemaequivalent der 36-45 Jährigen bei Laufbandbelastung mit 5% Steigung

Die zum minimalen Sauerstoffatemaequivalent und zum minimalen RQ gehörenden Herzfrequenzen lagen in allen Gruppen eng beisammen bei 132-135/min ± 16 Tab.31.1.*u.2.*) und stiegen trainingsabhängig nur bei den 36-45 Jährigen von I bis IV leicht an. Die zum minimalen Kohlendioxidatemaequivalent gehörende Herzfrequenz lag im Vergleich dazu in allen Gruppen um ca. 16-20/min höher, durchschnittlich bei 152-155/min, und stieg ebenfalls nur bei den 36-45 Jährigen leicht von I nach IV an.
Im Vergleich beider Altersklassen waren nur in den Gruppen IV einzelne dieser Werte bei den 36-45 Jährigen deutlich höher (Tab.31.3.*u.4.*).

4.3. Minimale Atemfrequenz bei Laufbandbelastung

Die minimale Atemfrequenz bei Belastung war in beiden Altersklassen bei den Nichttrainierenden wesentlich niedriger als bei den Trainierenden ($p < 0,05$) und stieg bei den 36-45 Jährigen mit zunehmendem Trainingsumfang deutlich an (Tab.32.1.u.2.*). Im Vergleich beider Altersklassen waren die Unterschiede gering.

Tab.32.1. Minimale Atemfrequenz bei Laufbandbelastung mit 5% Steigung

25-35 Jährige		Gruppe I n=46	Gruppe II n=40	Gruppe III n= 8	Gruppe IV n=25	Gesamt n=119
mini.AF 1/min	Anz.Def.	42	36	8	23	109
	$\bar{x}$	22	26	28	27	25
	s	±4	±7	±8	±6	±6

36-45 Jährige		Gruppe I n=52	Gruppe II n=68	Gruppe III n=39	Gruppe IV n=26	Gesamt n=185
mini.AF 1/min	Anz.Def.	49	66	36	24	175
	$\bar{x}$	22	25	26	30	25
	s	±5	±7	±6	±5	±6

4.4. Fortlaufende Meßwerte

4.4.1. Absolute und relative Sauerstoffaufnahme

Die absolute und relative Sauerstoffaufnahme stiegen mit zunehmender Belastung unabhängig von der Trainingshäufigkeit und der Altersklasse an, (Abb.17.1., 17.2., 18.1., 18.2., Tab.33.1.*u.2.*, 34.1.*u.2.*).

Die Nichtläufer beider Altersklassen hatten in Ruhe eine wesentlich niedrigere relative Sauerstoffaufnahme als die Läufer ($p < 0,01$ bis $p < 0,001$), (Tab.33.3.*).

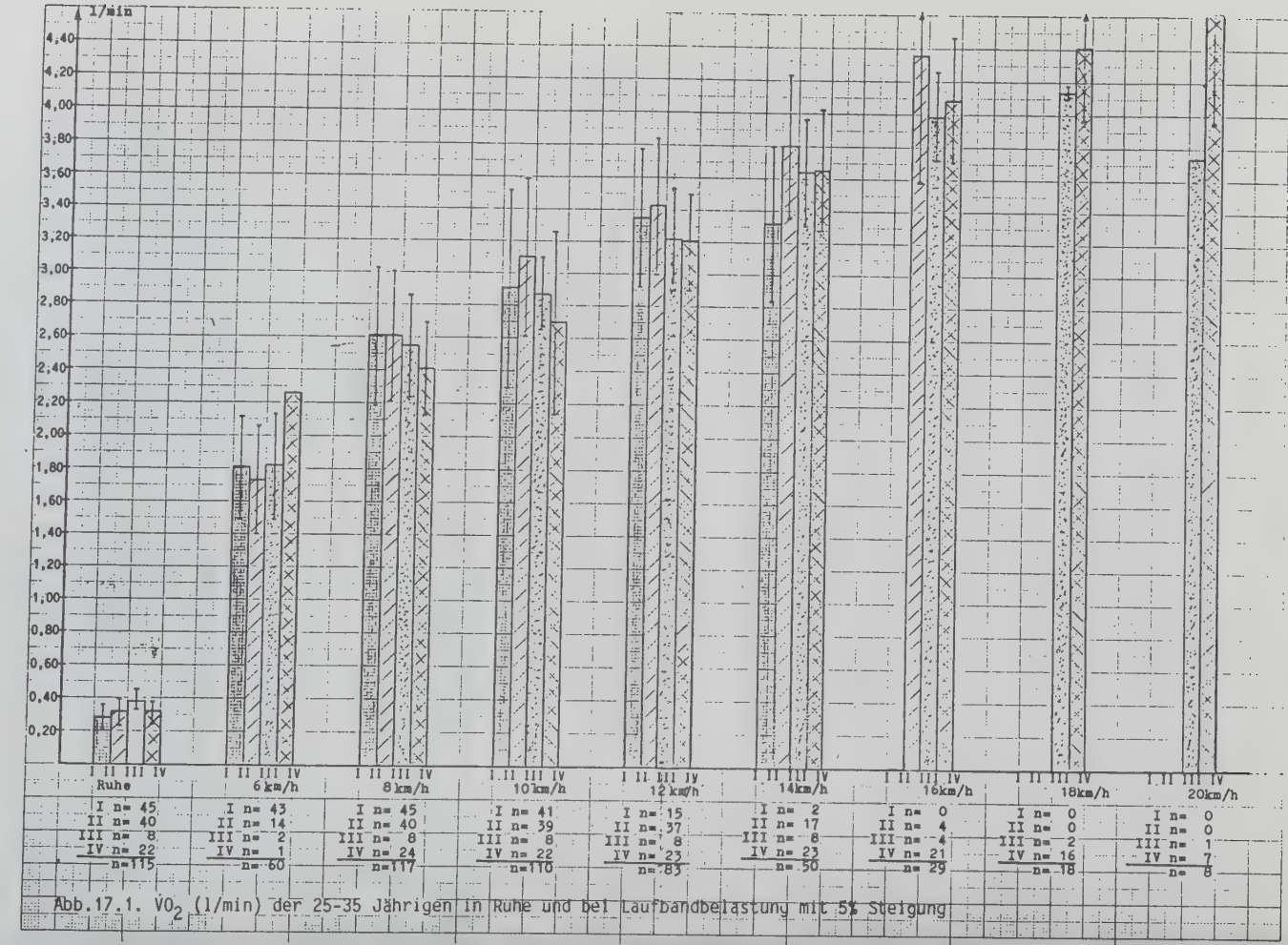


Abb.17.1. VO_2 (l/min) der 25-35 Jährigen in Ruhe und bei Laufbandbelastung mit 5% Steigung

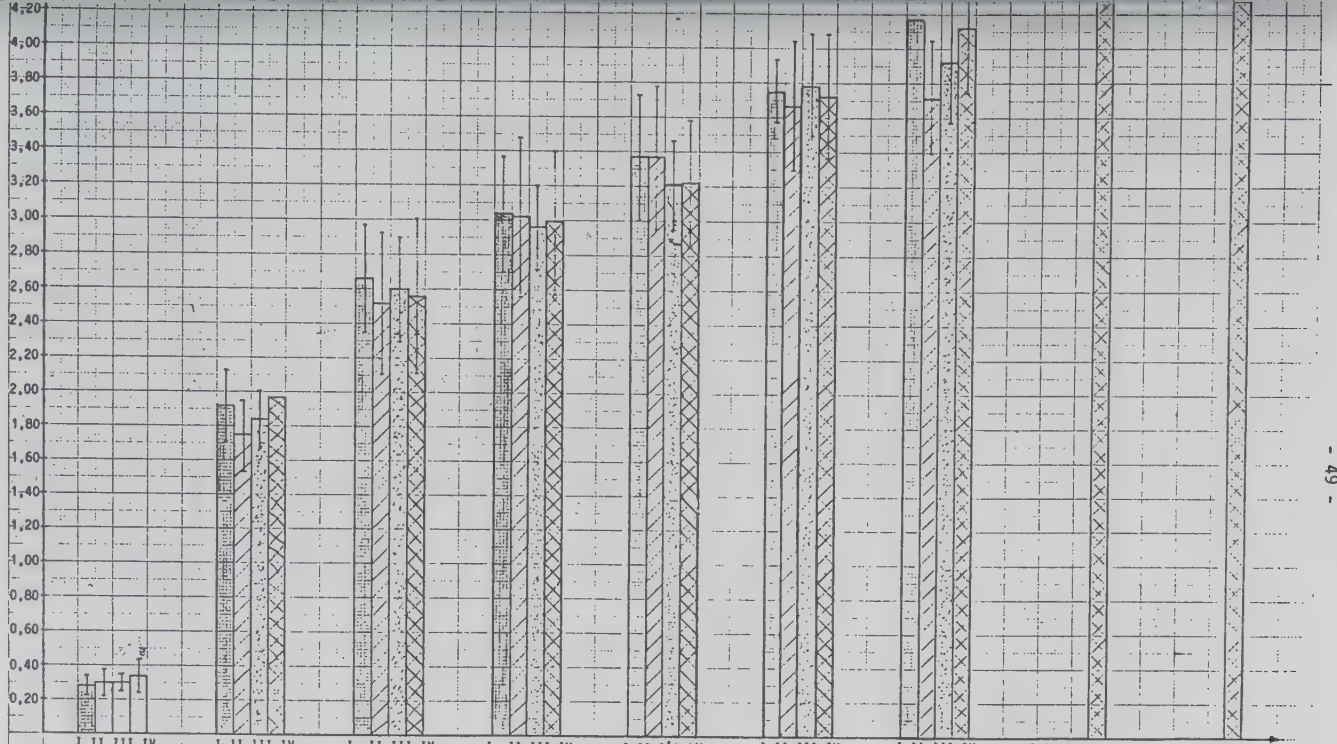


Abb.17.2. $\dot{V}O_2$ (l/min) der 36-45 Jährigen in Ruhe und bei Laufbandbelastung mit 5% Steigung

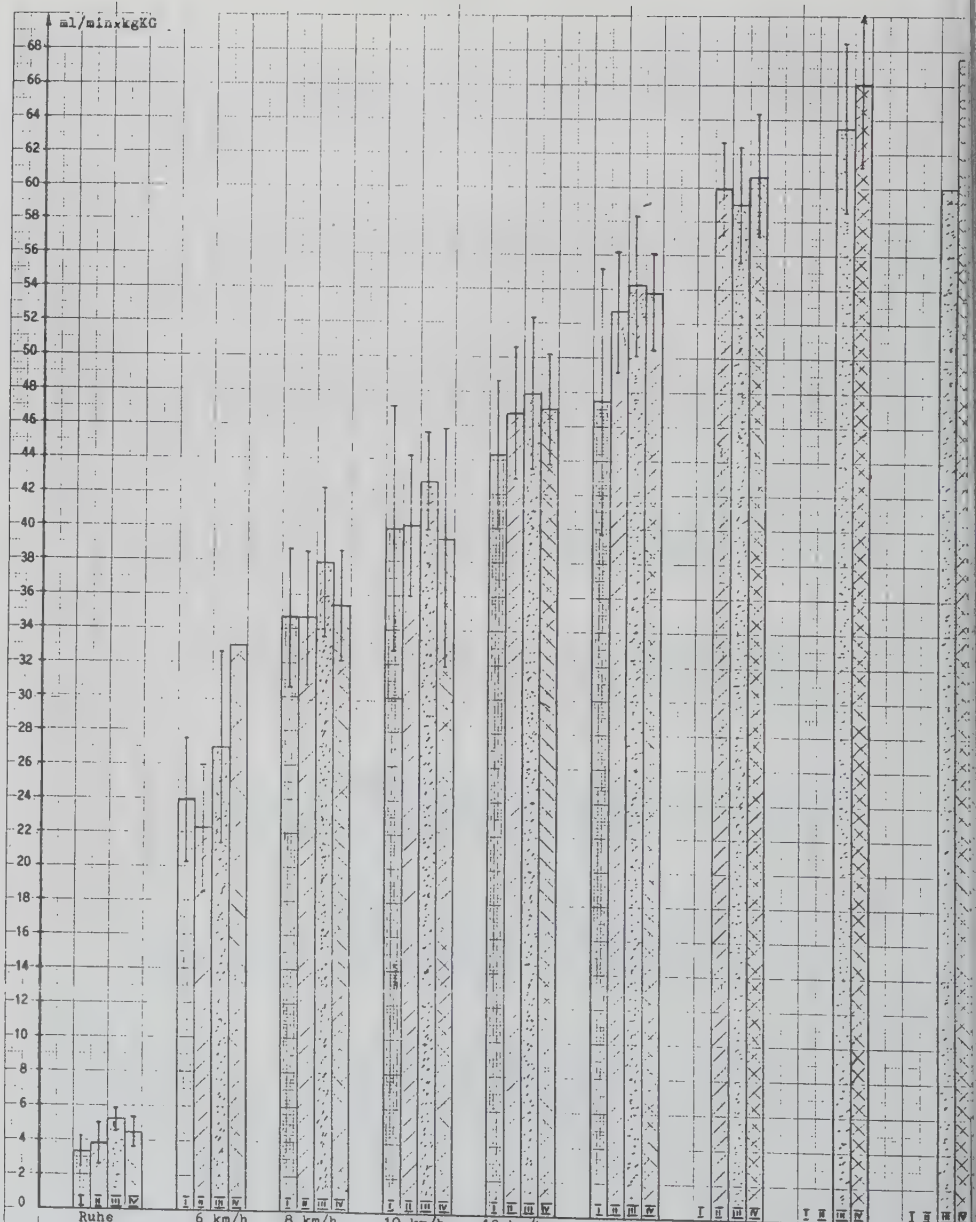


Abb. 18.1. $\dot{V}O_2$(ml/min x kgKG) 25-35 Jährige in Ruhe und bei Laufbandbelastung mit 5% Steigung

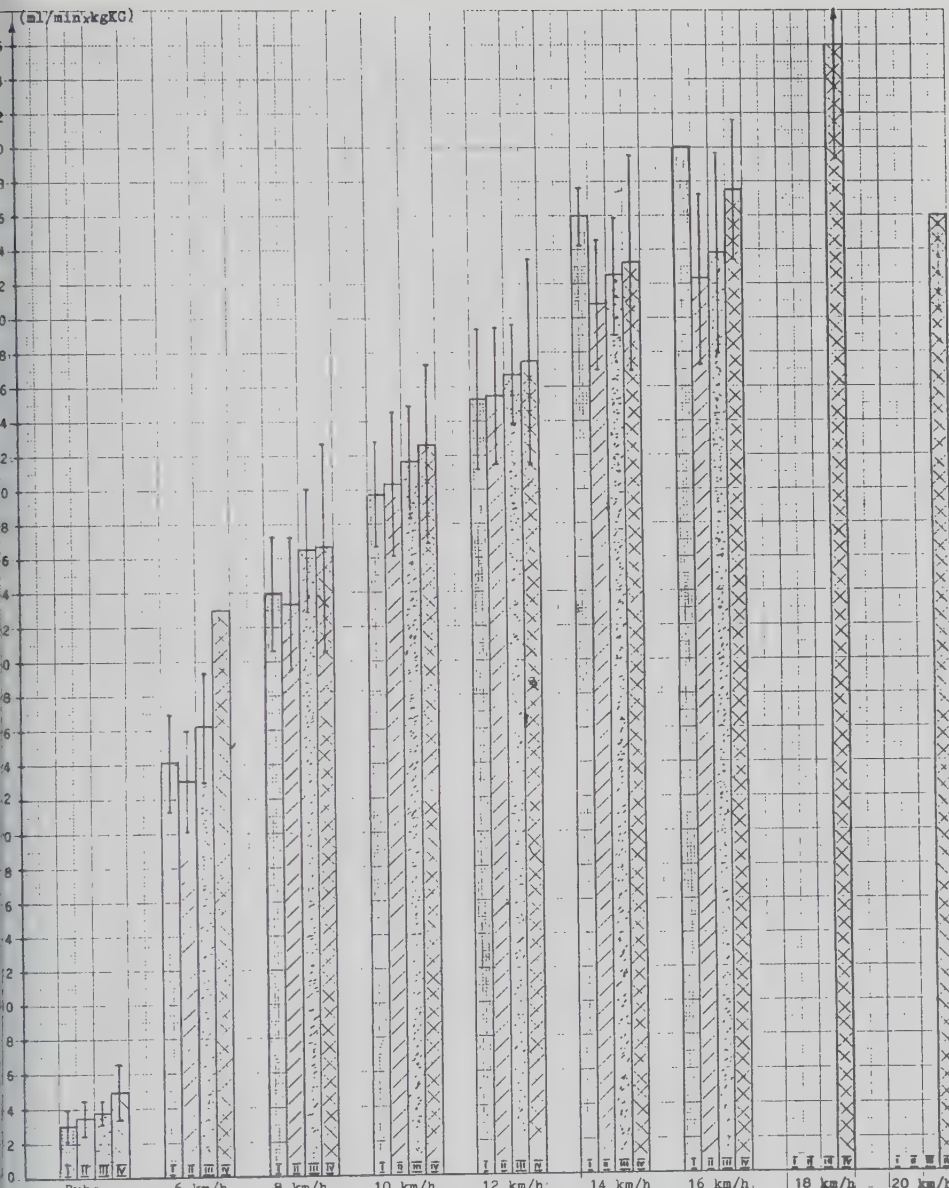


Abb.18.2. $\dot{V}O_2$(ml/min x kgKG) 36-45 Jährige in Ruhe und bei Laufbandbelastung mit 5% Steigung

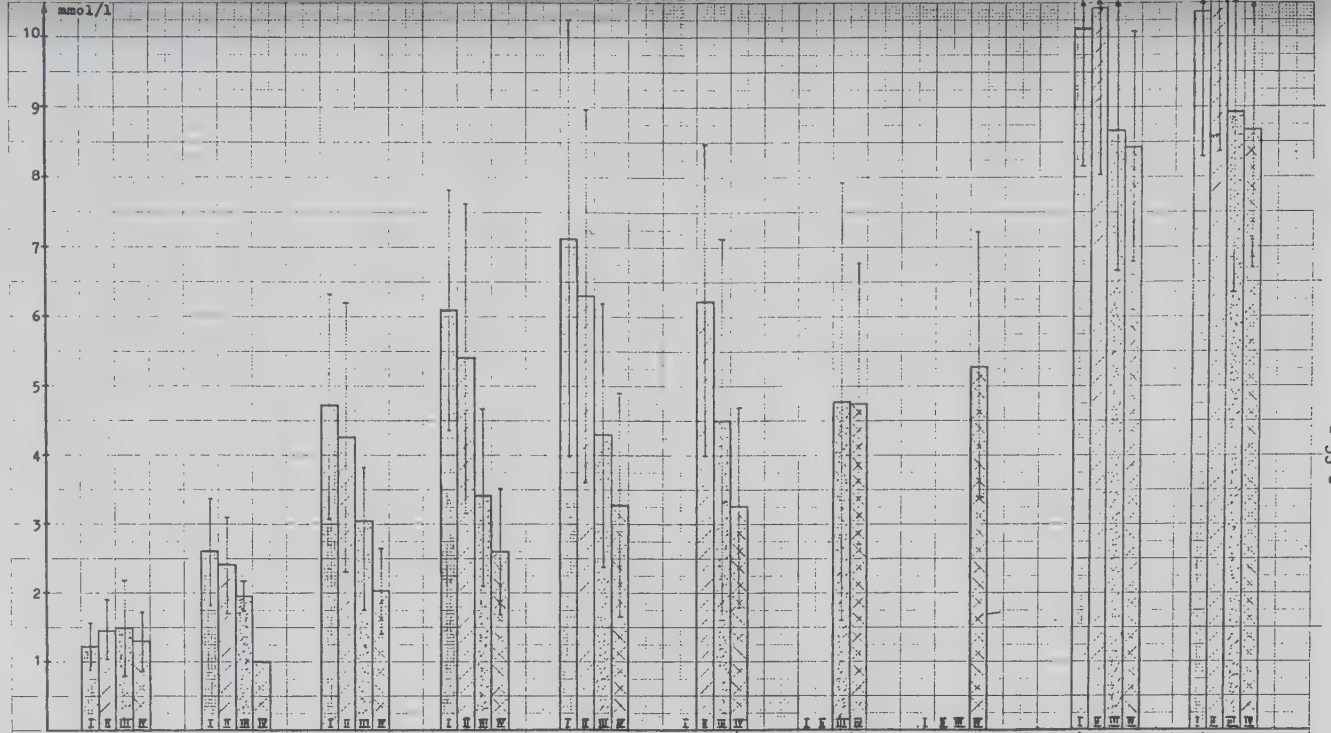
Bei gleichen submaximalen Belastungsstufen fanden sich keine trainingsabhängigen Gruppenunterschiede der durchschnittlichen Sauerstoffaufnahme. Die höchste durchschnittliche relative Sauerstoffaufnahme jeder Gruppe fand sich meist bei der höchsten in jeder Gruppe erreichten Geschwindigkeit. Eine Ausnahme hiervon ohne statistische Relevanz bildeten zwei 25-35 Jährige in Gruppe III mit höherer relativer $\dot{V}O_2$ bei 18 km/h als ein gruppengleicher Läufer bei 20 km/h, und zwei 36-45 Jährige in III mit ebenfalls höherer relativer $\dot{V}O_2$ als ein gruppengleicher Läufer in IV.

4.4.2. Laktatspiegel

Der Anstieg des Laktatspiegels während der Laufbandbelastung war in beiden Altersklassen bei den Nichttrainierenden am steilsten und wurde mit zunehmendem Trainingsumfang in der Reihenfolge der Gruppen II bis IV flacher. Im Altersvergleich unterschieden sich bei gleichen submaximalen Belastungsstufen die Laktatspiegel der 25-35 Jährigen und der 36-45 Jährigen mit geringem oder keinem Lauftraining nicht wesentlich. Bei den Trainingsgruppen mit mehr als zwei Trainingseinheiten pro Woche lagen die Werte der 25-35 Jährigen niedriger.

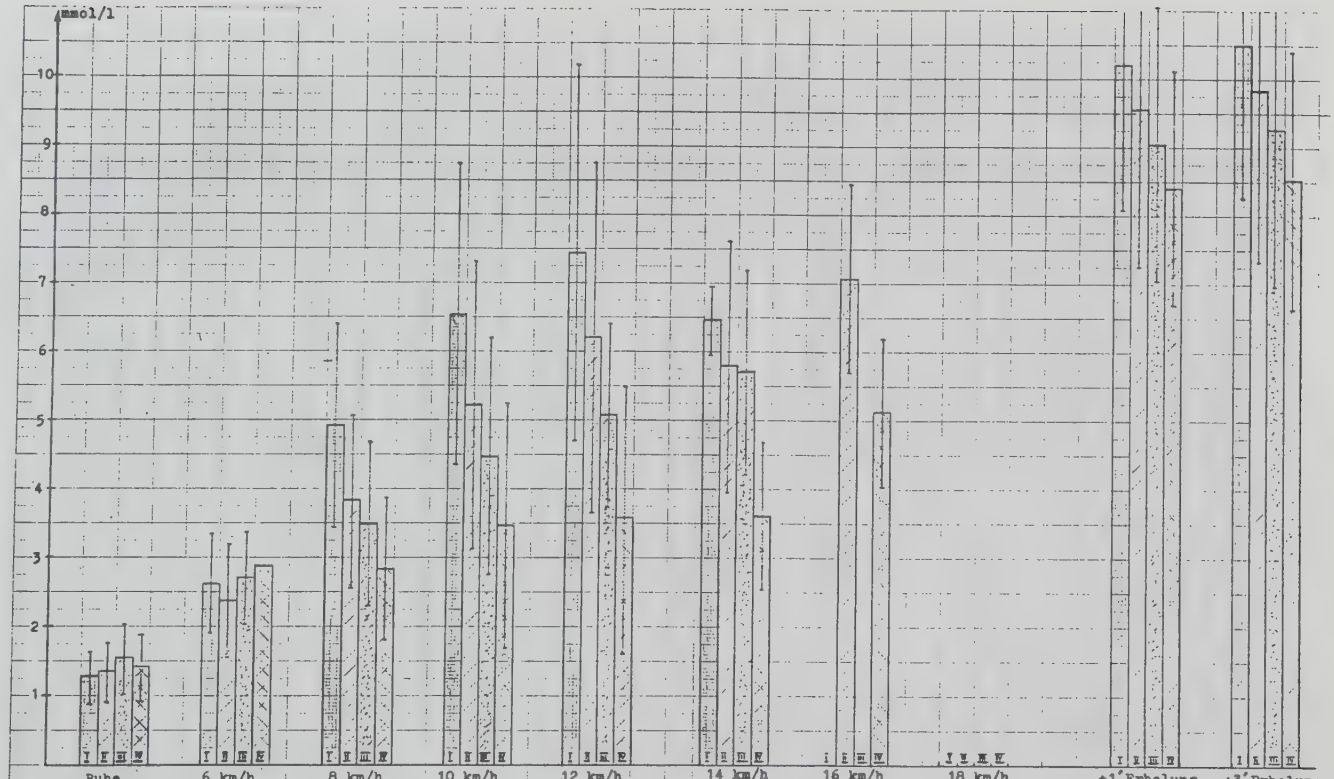
4.4.3. Blut - pH

Die Ruhe- und Erholungswerte des Kapillarblut - pH waren in allen Gruppen beider Altersklassen nicht trainings- oder altersabhängig.
Die Ruhewerte lagen zwischen 7,43 und 7,45, die Werte nach Belastungsabbruch bei 7,21 bis 7,24 (Abb.20., Tab.36.*).



Ruhe	6 km/h	8 km/h	10 km/h	12 km/h	14 km/h	16 km/h	18 km/h	+1' Erholung	+3' Erholung
I n= 45	I n= 42	I n= 43	I n= 35	I n= 14	I n= 0	I n= 0	I n= 0	I n= 46	I n= 46
II n= 40	II n= 12	II n= 36	II n= 36	II n= 29	II n= 10	II n= 0	II n= 0	II n= 39	II n= 39
III n= 7	III n= 2	III n= 6	III n= 7	III n= 7	III n= 4	III n= 3	III n= 0	III n= 7	III n= 7
IV n= 24	IV n= 1	IV n= 24	IV n= 23	IV n= 24	IV n= 19	IV n=11	IV n= 3	IV n= 25	IV n= 25
n=116	n= 57	n=109	n=101	n= 74	n= 33	n=14	n= 3	n=117	n=117

Abb.19.1.- Laktat (mmol/l) der 25-35 Jährigen in Ruhe und nach Laufbandbelastung mit 5% Steigung — Erholungswerte



Ruhe	6 km/h	8 km/h	10 km/h	12 km/h	14 km/h	16 km/h	18 km/h	+1'Erholung	+3'Erholung
I n= 44	I n= 37	I n= 43	I n= 32	I n= 12	I n= 3	I n= 0	I n= 0	I n= 45	I n= 45
II n= 64	II n= 13	II n= 59	II n= 58	II n= 32	II n=10	II n= 2	II n= 0	II n= 65	II n= 65
III n= 37	III n= 5	III n= 31	III n= 32	III n= 25	III n= 7	III n= 0	III n= 0	III n= 38	III n= 39
IV n= 24	IV n= 1	IV n= 24	IV n= 23	IV n= 17	IV n=12	IV n= 7	IV n= 0	IV n= 23	IV n= 23
n=169	n= 56	n=158	n=145	n= 86	n=32	n= 9	n= 0	n=171	n=172

Abb.19.2. Laktat (mmol/l) der 36-45 Jährigen in Ruhe und nach Laufbandbelastung mit 5% Steigung — Erholungswerte

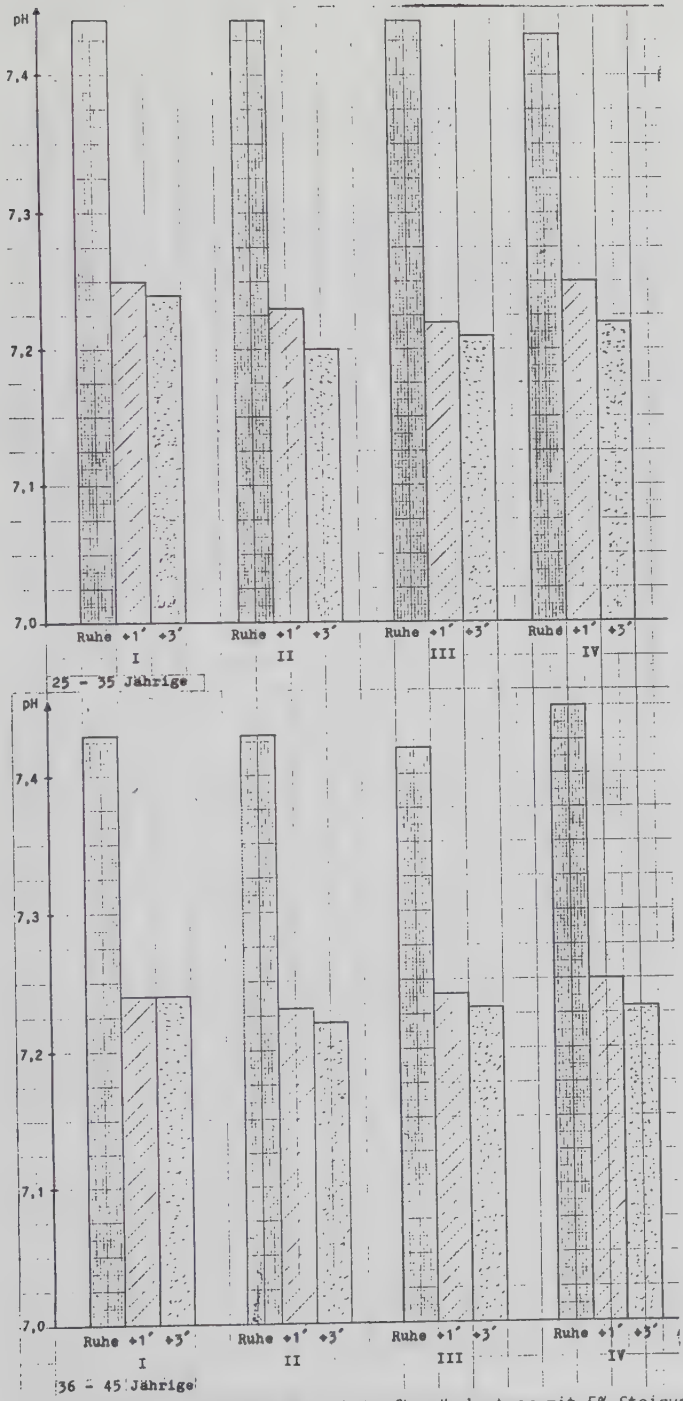


Abb.20. Blut-pH in Ruhe und nach Laufbandbelastung mit 5% Steigung

IV. Diskussion

Regelmäßiger Dauerlauf wird allgemein als effektivste Trainingsform im Hinblick auf die Praevention degenerativer kardiovaskulärer Erkrankungen, kardiovaskulärer Regulationsstörungen und metabolischer Erkrankungen angesehen (4,6,24). Von manchen Ärzten (1,2) wird in dieser Trainingsform nahezu ein Allheilmittel gegen jegliche Art von psychischen und physischen Beschwerden gesehen. Demgegenüber stehen Berichte über plötzliche Todesfälle beim Jogging (29,47,61) und vor allen Dingen Warnungen von orthopädischer Seite, die auch die gesundheitlichen Risiken dieses Trainings aufzeigen (13,16,17,35,49).
Unser Ziel war es deshalb in einer Querschnittstudie, in der anamnestische, klinische und physiologische Parameter qualitativ und quantitativ erfaßt wurden, den gesundheitlichen Wert des Lauftrainings zu ergründen.

1. Methode

An der Untersuchung beteiligten sich Freiwillige, die ihr Training selbst frei gestalteten, sowie Untrainierte, so daß sich das Problem einer spontanen Selektion des Gesamtkollektivs stellt, und die Aussagen der Ergebnisse nur für Sporttreibende oder für an sportmedizinischen Untersuchungen Interessierte gelten können.
Da Geschlecht und Alter sowohl für gesundheitliche wie insbesondere auch Leistungsparameter entscheidend sind, wurden bewußt nur männliche Probanden im Alter von 25 bis 45 Lebensjahren, die bei besonderen Fragestellungen nochmals in zwei Altersgruppen unterteilt wurden, verglichen. Die Ergebnisse wurden an Kollektiven erhoben, die sich weder hinsichtlich des Geschlechts, der Körpergröße, der Familienanamnese und der Eigenanamnese im Hinblick auf genetische Dispositionen -soweit anamnestisch erkennbar- wesentlich unterschieden, so daß die aufgezeigten Zusammenhänge zwischen Befunden und regelmäßiger körperlicher Belastung gerechtfertigt erscheinen.

Die klinische Untersuchung erfolgte bei allen Probanden nach einheitlichen Gesichtspunkten, so daß mögliche methodische Fehler alle Probanden in gleicher Weise betrafen.

Ein Problem stellte die Sportanamnese dar, da diese Angaben bei allen Probanden auf ihrem Gedächtnis und auf Schätzungen beruhten. Für eine

akzeptable Genauigkeit der anamnestischen Trainigsdaten sprachen die bei steigendem Trainigsumfang erwartungsgemäß zunehmend besseren Wettkampfergebnisse (Tab.16.).
Für das Ausmaß der Trainingsadaptationen sind sowohl der Trainingsumfang pro Woche als Produkt aus Häufigkeit, Dauer der Trainingseinheiten und Intensität der Belastung wie auch die Trainingsdauer in Monaten bzw. Jahren maßgeblich.

Da die Häufigkeit des Ausdauertrainings pro Woche nach den Untersuchungen von Hollmann (24,26) eine wesentliche Größe unter praeventivmedizinischen Gesichtspunkten darstellt und von allen Trainingsparametern am verläßlichsten angegeben werden kann, wählten wir die Trainingshäufigkeit pro Woche (TE/Wo.) zur Charakterisierung unserer Trainingsgruppen aus. Sowohl die gute positive Korrelation der Trainingshäufigkeit mit dem Stundenaufwand pro Woche und der Kilometerleistung pro Woche als auch die mit zunehmender Trainingshäufigkeit besseren Wettkampfergebnisse rechtfertigten diese Einteilung.
Die Trainingsdauer, die die Abhängigkeit der Effekte vom wöchentlichen Laufumfang verwischen könnte, unterschied sich im Durchschnitt nur gering. In allen Kollektiven lagen erhebliche Streuungen vor, so daß diesem Zeitfaktor des Trainings keine wesentliche Bedeutung zukam. Die 25-35 Jährigen trainierten etwas länger als vier Jahre, die Älteren etwas länger als fünf Jahre.
Durch zusätzlichen Sport sind nur dann Effekte auf die von uns untersuchten Parameter zu erwarten, wenn sie Ausdauerkomponenten beinhalten. Dies trifft für Spielsportarten und typische andere Ausdauersportarten wie Rudern und Radfahren zu. Bei den Nichtläufern betrieben 21%, in II 28%, in III 32% und in IV 39% derartigen Sport, jedoch mit nahezu gleichem Trainingsumfang von ein bis zwei Mal pro Woche. Die Effekte durch Dauerlauf können dadurch tendenziell verstärkt sein. Bei denjenigen, die mehr als zwei Mal pro Woche laufen, ist aber mit keiner nennenswerten Beeinflussung der Ergebnisse zu rechnen.

2. Klinische Aspekte des Lauftrainings

2.1. Internistische Anamnese und Befunde

Die Familienanamnese zeigte keine offensichtlichen Unterschiede insbesondere bei Erkrankungen, die mit einem erhöhten koronaren Risiko einhergehen. Soweit die Anamnese es zuläßt, konnte man deshalb gleiche genetische Dispositionen voraussetzen.

Wenn ein Lauftraining, wie behauptet wird (2), funktionelle und organische internmedizinische Erkrankungen insbesondere des kardiopulmonalen Systems und auch degenerative Erkrankungen des Stütz- und Bewegungsapparates vorbeugen und günstig beeinflussen soll, müßten von Langläufern weniger entsprechende Symptome angegeben werden. Außerdem müßten sich durch eine derartige Querschnittsstudie an einem relativ großen Kollektiv auch objektiv positive Effekte nachweisen lassen.

Wie die Aufschlüsselung der Anamnese zeigte, war die Häufigkeit von untypischen Herzbeschwerden bei den nicht oder weniger Laufenden in beiden Altersklassen größer als bei denjenigen, die mehr als zwei Mal pro Woche regelmäßig trainierten. Subjektive Symptome einer koronaren Herzkrankheit (Brustengegefühl bei Belastung) wurden in dem älteren Kollektiv auch bei Hochausdauertrainierenden eher häufiger angegeben. Von Untrainierten oder wenig laufenden 36-45 Jährigen wurde relativ häufig über Atembeschwerden bei Belastung geklagt. Letztere Symptome erklären sich sicherlich durch den geringen Leistungszustand.

Objektive Hinweise auf eine organische kardiale oder pulmonale Erkrankung waren im gesamten Kollektiv mit einer Ausnahme (Vorhofseptumdefekt) nicht feststellbar. Selten fielen bei Trainierten und Untrainierten grenzwertige Blutdruckwerte in Ruhe auf. Relativ häufig fanden sich bei den älteren Untrainierten im Vergleich zu den Trainierenden Herzrhythmusstörungen. Objektive Hinweise für eine kardiale Minderdurchblutung konnten selbst bei älteren Langläufern nicht festgestellt werden.

Vergleicht man die Häufigkeit aller internmedizinisch objektivierbaren Befunde ohne nähere Differenzierung, so war bei den Älteren eine Abnahme mit zunehmendem Laufumfang zu beobachten, nicht aber bei den Jüngeren.

Auf internmedizinischem Sektor lassen sich demnach global Hinweise für positive Einflüsse des Ausdauertrainings ableiten. Eindeutige Aussagen verlangen aber eine Differenzierung nach Krankheitsgruppen, die anhand dieses für eine epidemiologische Fragestellung kleinen Kollektivs nicht möglich war. Aber für eine Überbewertung des Ausdauertrainings vor allen Dingen im Hinblick auf die Praevention der Koronaren Herzerkrankung besteht, wie die typische Beschwerdesymptomatik älterer Langläufer allerdings ohne entsprechendes funktionelles Äquivalent zeigt, kein Anlaß.

Neben direkten sind auch indirekte positive internmedizinische Auswirkungen eines Ausdauertrainings durch Änderung von Verhaltensweisen in der Ernährung

und beim Konsum von Genußmitteln, z.B. beim Rauchen, zu bedenken. Die Häufigkeit von Rauchern und Exrauchern unter unseren Probanden war bei allen Läufern wesentlich niedriger als bei den Nichtläufern. Eindeutige Beziehungen zum Trainingsumfang und Alter bestanden aber nicht. Es stellt sich deshalb die von uns nicht zu entscheidende Frage ob einerseits Lauftraining vor dieser fehlerhaften Verhaltensweise bewahrt oder ob andererseits Läufer generell gesundheitsbewußter sind und in diesem Sinne eine Selektion darstellen.

2.2. Orthopädische Anamnese und Befunde

Nichtläufer wiesen gegenüber Läufern insgesamt weniger Beschwerden im Fuß- und Sprunggelenksbereich, Hüft- und Wirbelsäulenbereich auf. Auch waren bei ihnen in diesen Bereichen eindeutig weniger pathologische Befunde nachzuweisen (Abb.21.1.-5.,22.1.-5., Tab.8.1.*,8.2.*,17.1.*,17.2.*). Große altersmäßige Unterschiede der Beschwerde- und Befundhäufigkeit bestanden nicht.

In Abhängigkeit vom Trainingsumfang war im Fuß- und Sprunggelenks- und Wirbelsäulenbereich bei den Älteren, angedeutet auch bei den Jüngeren im Fuß- und Sprunggelenksbereich eine Zunahme der Beschwerden zu ersehen. Markant war eine zunehmende Häufigkeit von pathologischen Befunden in Abhängigkeit vom Trainingsumfang bei den Jüngeren und Älteren im Fuß- und Sprunggelenksbereich sowie im Bereich der Wirbelsäule, die bei Hochtrainierenden über 60% erreichten. Weiterhin fiel eine deutlich höhere Befundhäufigkeit im Hüftgelenksbereich bei Hochtrainierten von nahezu 30% auf. Demgegenüber war im Kniegelenksbereich und im Schultergürtelbereich keine eindeutige Beziehung zum Lauftraining nachweisbar.

Die Zunahme von Pathologika am Stütz- und Bewegungsapparat im Fuß-und Sprunggelenksbereich in Abhängigkeit vom Trainingsumfang wurde auch von Pförringer

et al. (48) beschrieben. Auch er stellte entsprechend unseren Ergebnissen die auffällige Diskrepanz zwischen relativ geringer Beschwerdehäufigkeit zur hohen Anzahl von pathologischen Befunden heraus. Die Ursache dafür ist mit Wahrscheinlichkeit in der Bagatellisierung von Beschwerden und in einer veränderten Schmerztoleranz besonders bei leistungsmotivierten Athleten zu sehen. Die Erklärung für die Häufigkeit pathologischer Befunde im Fuß- und Sprunggelenksbereich ist unseres Erachtens zunächst in den der individuellen Fußform nicht angepaßten Laufschuhen zu sehen, zum andern dürfte es sich um Überlastungssyndrome aufgrund unterschiedlicher Adaptationsgeschwindigkeiten an den bradytrophen Geweben des passiven Stütz- und Bewegungsapparats im Vergleich zu tachytrophen aktiven handeln. Auch die pathologischen Hüft - gelenksbefunde sind als Überlastungssyndrome zu deuten. Als Konsequenz ergeben sich der Ratschlag für Läufer, auf zweckmäßiges Schuhwerk zu achten und zum anderen einen langfristigen Trainingsaufbau durchzuführen.

Die pathologischen Befunde im Wirbelsäulenbereich erklären sich unseres Erachtens allein durch ein zu einseitiges nur auf Laufen ausgerichtetes Training. Dadurch treten relative Atrophien am aktiven Halteapparat der Wirbelsäule auf, die zu einer übermäßigen Beanspruchung der Zwischenwirbelscheiben und der Haltebänder führen. Die Folgen sind neurale Irritationen mit entsprechenden Syndromen. Durch eine zusätzliche Gymnastik mit Kräftigung von Rumpf- und Rückenmuskulaturen wäre eine Prophylaxe gegeben.

Insgesamt sollte aus der Sicht des Stütz- und Bewegungsapparats der Aufbau einer Trainingseinheit im Dauerlauf mit einer Aufwärmphase, mit Dehnungsübungen, ausreichender Gymnastik und auch einer aktiven Erholungsphase vermehrt Beachtung finden, um diesen unseres Erachtens vermeidbaren negativen Effekten eines Lauftrainings entgegenzuwirken. Auch bedarf es sicherlich einer stärkeren Aufklärung von Läufern, daß Beschwerden nicht bagatellisiert

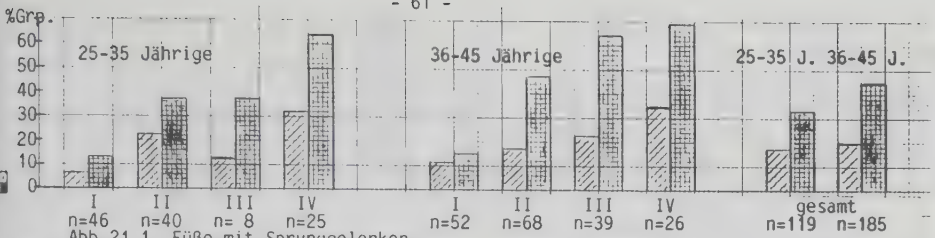


Abb.21.1. Füße mit Sprunggelenken

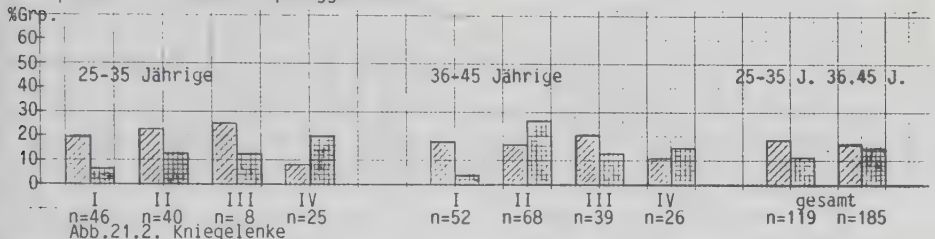


Abb.21.2. Kniegelenke

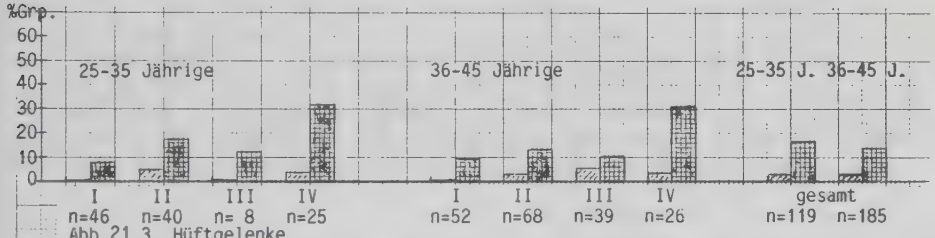


Abb.21.3. Hüftgelenke

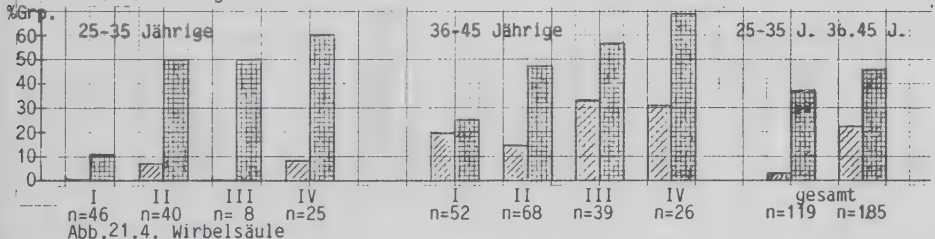


Abb.21.4. Wirbelsäule

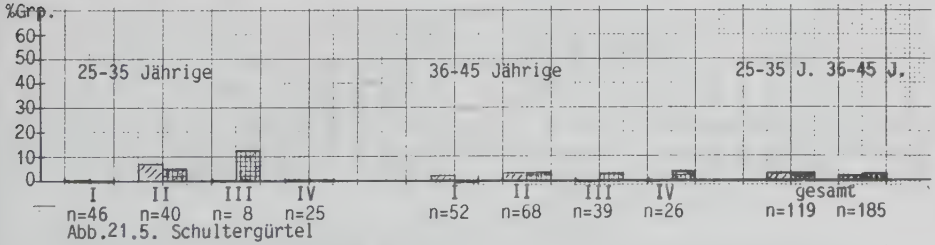


Abb.21.5. Schultergürtel

Abb.21.1.- 5.: Vergleich zwischen relativer Beschwerden- und Befundhäufigkeit an bestimmten Lokalisationen des Stütz- und Bewegungsapparates in den einzelnen Trainingsgruppen (I-IV) und trainingsunabhängig (gesamt), jeweils getrennt in zwei Altersklassen

▨ = Beschwerden ▦ = Befunde

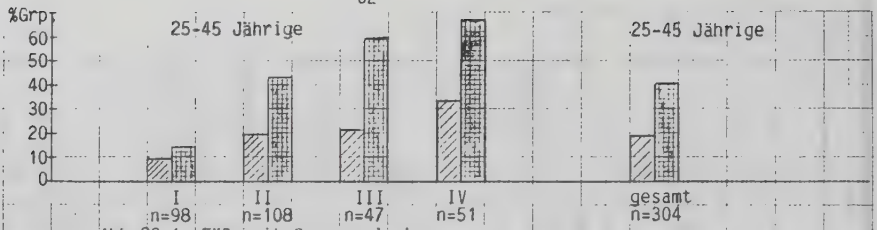


Abb.22.1. Füße mit Sprunggelenken

Abb.22.2. Kniegelenke

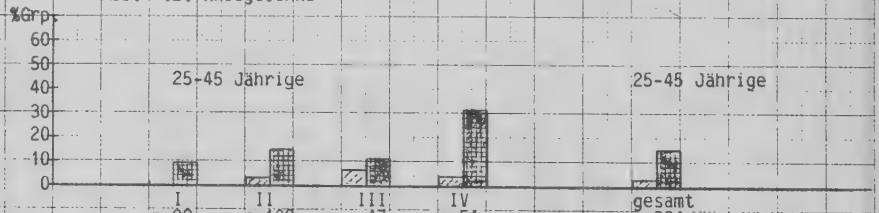


Abb.22.3. Hüftgelenke

Abb.22.4. Wirbelsäule

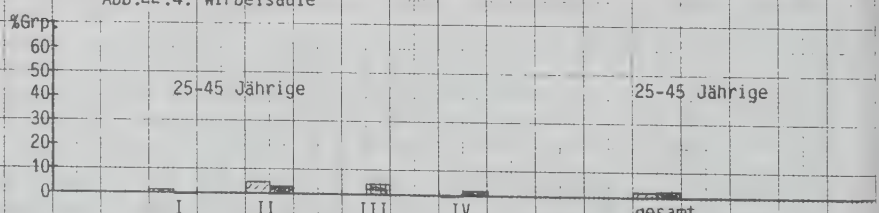


Abb.22.5. Schultergürtel

Abb.22.1.- 5.: Vergleich zwischen relativer Beschwerden- und Befundhäufigkeit an bestimmten Lokalisationen des Stütz und Bewegungsapparates in den einzelnen Trainingsgruppen I-IV und trainingsunabhängig (gesamt), jeweils ohne Aufteilung in Altersklassen.

= Beschwerden = Befunde

werden dürfen, wie es von orthopädischer Seite wiederholt betont wird (13,17, 18,49,58).

3. Adaptationen durch Lauftraining

3.1. Körpergewicht und Körpergesamtfettgehalt

Das durchschnittliche Körpergewicht, die Hautfaltendicke und der entsprechende Körpergesamtfettgehalt zeigten in beiden Altersklassen bei mehr als zweimaligem Training pro Woche einen deutlichen Abfall. Dieser ist wahrscheinlich sowohl auf eine gesteigerte motorische Grundaktivität, als auch auf eine qualitative und quantitative Ernährungsumstellung zurückzuführen. Beide Faktoren sind möglicherweise auch für die Senkung der Triglycerid- und Serumharnsäurespiegel mit verantwortlich. Die vier Mal und mehr pro Woche Trainierenden mit fast doppelt so großen wöchentlichen Laufstrecken hatten im Durchschnitt kein wesentlich niedrigeres Körpergewicht und keinen niedrigeren Körpergesamtfettgehalt als die mehr als zwei Mal bis unter vier Mal wöchentlich Trainierenden mit wöchentlichen Laufstrecken zwischen durchschnittlich 47,5 km (25-35 J.) und 35 km (36-45 J.) und einer Laufgeschwindigkeit von ca. 11 kmh.

3.2.1. Blutdruck

Zur Wirkung der körperlichen Aktivität auf den Ruheblutdruck sind die Angaben in der Literatur nicht einheitlich (46). Von manchen Autoren wird eine Senkung von hohen Blutdruckwerten durch Ausdauertraining in geringem Ausmaß beschrieben. So fand Cooper (12) eine Senkung des systolischen Blutdrucks von 127 mmHg bei Untrainierten auf 122,3 mmHg bei Hochleistungsläufern. Wir konnten an unserem Kollektiv mit im Durchschnitt normalen Blutdruckwerten keinerlei Beeinflussung des systolischen oder diastolischen Blutdrucks feststellen. Beim Altersvergleich zeigte sich der bekannte Blutdruckanstieg bei den Älteren(44), jedoch lagen auch bei den Untrainierten und Trainierten dieser Altersklasse die Werte völlig im Normbereich.

3.2.2. Herzvolumen

Das absolute und das relative Herzvolumen wurden bei größerem Trainingsumfang in beiden Altersklassen zunehmend größer, wobei sich eindeutige Unterschiede zu den Untrainierten erst bei mehr als zweimaligem Training pro Woche mit einer Intensität von mehr als 11 kmh und einer Kilometerleistung von mehr als 47,5 km bei den 25-35 Jährigen, beziehungsweise 35,1 km bei den 36-45 Jährigen ergaben. Eine weitere Zunahme des absoluten und des relativen Herzvolumens bei vier und mehr Trainingseinheiten pro Woche fand sich nur bei den 25-35 Jährigen.

3.2.3. Ruhe-EKG

Trainingsabhängige EKG-Veränderungen waren gering ausgeprägt. Sie stimmten mit den Befunden anderer Autoren (50) im wesentlichen überein, ohne jedoch an die dort beschriebenen Extremwerte heranzukommen.

Die als Ausdruck der ökonomischeren Arbeitsweise des trainierten Herzens bekannte Senkung der Ruheherzfrequenz fanden wir bei den 25-35 Jährigen nur bei den vier Mal und mehr pro Woche Trainierenden, bei den Älteren schon bei weniger als zwei Trainingseinheiten pro Woche. In dieser Altersklasse führte auch jede weitere Steigerung der Trainingshäufigkeit zur weiteren deutlichen Abnahme.

Die auffallende Häufung von ventrikulären Extrasystolen bei den untrainierten 36-45 Jährigen legt die Vermutung nahe, daß hier altersbedingt mehr funktionelle bzw. vegetative Ursachen für ventrikuläre Extrasystolen vorlagen, die schon durch geringes Ausdauertraining beseitigt wurden.

Eine Verlängerung des PQ-Intervalls, wie sie Reindell et al.(50) beschrieben, wurde von uns selbst bei Hochausdauertrainierten nicht beobachtet. Auch eine von Reindell beschriebene QRS-Verbreiterung auf 0,11 bis 0,12 Sekunden wurde bei uns nicht beobacntet.

Der OUP in V1 lag bei allen Trainierenden beider Altersklassen gegenüber den Nichttrainierenden frühzeitiger. Der OUP in V6 zeigte eine Verlängerung bei den Hochtrainierten der jüngeren Altersklasse im Vergleich zu den Nichtläufern. Diese Ergebnisse stehen teilweise im Widerspruch zu den Befunden von Reindell et al.(50), die Ausdauersportler ohne nähere Differenzierung untersuchten und eine ausgewogene Verspätung sowohl des OUP-V1 als auch des OUP-V6 als Ausdruck einer Links- als auch Rechtshypertrophie fanden. Die von uns beobachtete Zunahme der Indices SV_5+RV_1 und SV_1+RV_5 mit einem Überwiegen des letzteren spricht mehr für eine Linksherzhypertrophie bei Langläufern, so daß das Verhalten der OUP erklärbar wäre.

Die QT- Dauer als frequenzabhängige Dauer der elektrischen Kammersystole ist nach Reindell et al.(50) bei Ausdauersportlern zum Teil erheblich verlängert. Die Durchschnittswerte unserer Gruppen waren trainingsabhängig bei allen Trainierenden beider Altersklassen gegenüber den Nichttrainierenden deutlich vergrößert.Dies lief weitgehend parallel zur Abnahme der Ruheherzfrequenz.
Insgesamt wurden damit die von ausdauertrainierenden Sportlern bekannten EKG-Veränderungen bestätigt. Sie sind aber relativ gering, so daß sie im Einzelfall für die Beurteilung einer Sportherzhypertrophie ohne zusätzliche röntgenologische oder echokardiographische Messung unzureichend wären(51).

3.2.4. Lungenfunktion

Eine zunehmende Trainingshäufigkeit bewirkte keine Verbesserung der Vitalkapazität und des Tiffeneautests in den Altersklassen. Jedoch wiesen trainierende ältere Probanden keine altersbedingte Differenz zu den Jüngeren auf, wie es bei den Untrainierten deutlich wurde. Es ist anzunehmen, daß schon ein leichtes Ausdauertraining genügt, um die Lungenfunktion zu erhalten. Ähnliche Befunde wurden von Cooper et al.(12) für ein älteres Kollektiv von durchschnittlich 44,6 Jährigen vorgelegt.

3.3. Humorale Parameter in Ruhe

3.3.1. Blutbild und Diferentialblutbild

Ausdauertraining bewirkt nach Mellerowicz (44,45) eine Vermehrung der Gesamtzahl der Erythrozyten, eine Vermehrung des Haemoglobins und eine Vermehrung des Blutvolumens. Nach Hollmann (26) sind die Gesamterythrozytenmenge und die Gesamthaemoglobinmenge bei Ausdauertrainierten größer, aber man findet gleichzeitig eine Abnahme der Erythrozyten- und Haemoglobinkonzentration, da die Zunahme des Gesamtblutvolumens zum überwiegenden Teil durch eine Vergrößerung des Plasmavolumens bedingt ist. Dadurch liegt auch der Haematokritwert des Ausdauersportlers niedriger (42). Nach de Marées (42) ist an der 25%igen Zunahme des Blutvolumens beim Trainierenden das Plasmavolumen zu 2/3 und das Erythrozytenvolumen zu 1/3 beteiligt. Bei unseren Probanden waren keine bis zu den Hochausdauertrainierten durchgehenden Veränderungen des roten Blutbildes und der Leukozytenzahl nachweisbar. Bei den Älteren nahmen zwar der Haematokrit, das Haemoglobin und die Leukozyten erwartungsgemäß mit zunehmendem Trainingsumfang ab, jedoch bei den Hochausdauertrainierenden wieder zu. Unsere zusätzlichen Zellparameter der Erythrozyten; HbE, MCHC und das

mittlere Erythrozytenvolumen lassen auch keinen trainingsabhängigen Trend zur Anaemie,wie von manchen Autoren behauptet wurde (27), erkennen. Unsere Ergebnisse stimmen überein mit den Befunden von Ehn et al.(15), Heimann et al.(22) und Martin et al.(43).

Über trainingsbedingte chronische Veränderungen des weißen Blutbildes liegen keine neueren Untersuchungen vor. Ältere Befunde (52) beschreiben eine relative Lymphozytose bei Hochtrainierten. In Mellerowicz/Meller (45) wird neben einer relativen Lymphozytose bis 40% bei hochtrainierten Dauerleistern auch eine mäßige Zunahme der eosinophilen Granulozyten bis ca 2-4% angegeben. In unseren Befunden ergaben sich keine eindeutigen trainingsabhängigen Veränderungen des Differentialblutbildes.

3.3.2. Elektrolyte

Nach dem Lehrbuch von de Marées (42) sollen die Calcium-, Kalium- und Chloridkonzentrationen im Blut von Ausdauertrainierten ansteigen. Wir fanden keine erkennbar trainingsabhängigen Elektrolytveränderungen im Serum für Kalium, Natrium, Calcium und Chlorid. Beim Serumkalium waren bei den Hochtrainierten die Werte sogar geringfügig niedriger als bei den weniger oder nicht Trainierenden, was auch auf Grund des Kaliumverlustes durch Schweiß eher verständlich ist.
Phosphor im Serum war bei den Läufern beider Altersklassen im Vergleich zu den Nichtläufern niedriger, ohne daß eine zusätzliche Abhängigkeit vom Trainingsumfang erkennbar war.

3.3.3. Triglyceride und Cholesterin

Die Serumtriglyceridspiegel unserer Probanden nahmen bei zunehmendem Trainingsumfang deutlich ab. Dieser Trainingseffekt wurde von zahlreichen Autoren beschrieben (7,12,19,28,36,37,40,46,55,62,63). Eine Arbeitsgruppe (3) fand bei 50 Langläufern keine unterschiedlichen Triglyceridspiegel gegenüber einer Kontrollgruppe von 43 Probanden. Martin et al.(28) untersuchten die Serumlipidspiegel bei 20 Eliteläufern, 8 guten Läufern und 72 Nichtläufern im Alter von 20 bis 35 Jahren. Die Triglyceridspiegel der beiden Läufergruppen unterschieden sich nicht, lagen jedoch niedriger als bei den Nichtläufern.
Das Serumcholesterin unserer Probanden zeigte keine Trainingsabhängigkeit und keine Parallelität zum Triglyceridspiegel . Ein Cholesterin - spiegel von unter 5,18 mmol / l , dem ein therapeutischer Effekt auf

Atherombeete zugeschrieben wird (8), fand sich nur bei den 25-35 Jährigen als Durchschnittswert der Hochtrainierten. Bei der oben zitierten Studie an 50 Langläufern (3) waren die Cholesterinspiegel gegenüber den 43 Nichtläufern gleich. Die anderen bei den Triglyceriden zitierten Autoren fanden trainingsabhängig nur eine geringe Cholesterinabnahme. Die von Martin et al. (28) hierzu angegebenen Streubreiten von ±0,8 mmol/l bei Cholesterin waren vergleichbar mit unseren Befunden. Es ist denkbar, daß derart diskrete Veränderungen des Serumcholesterins wegen der Gruppenbildung auf Grund der rein auf Erinnerung beruhenden Trainigsanmnese in unseren Trainingsgruppen nicht erkennbar wurden.
Zusammengefaßt zeigen die Befunde verschiedener Autoren wie auch unsere Befunde,daß auch intensives langjähriges Lauftraining den Serumcholesterinspiegel nicht in einem therapeutisch sinnvollen Maß senken konnte, daß andererseits der Serumtriglyceridspiegel schon bei zwei bis drei Trainingseinheiten pro Woche absank.

3.3.4. Weitere Laborwerte

Das Serumkreatinin zeigte trainingsabhängig eine leicht fallende Tendenz, der Serumharnstoff stieg trainingsabhängig deutlich an. Da das Serumkreatinin ein sensibleres Maß für die Nierenfunktion ist, konnte der trainingsabhängige Serumharnstoffanstieg nicht durch eine Abnahme der Nierenfunktion bedingt sein. Dieselbe Konstellation wurde auch von Martin et al.(43) beschrieben. Die Erklärung liegt in einer verstärkten katabolen Belastungsreaktion, bei der vermehrt Aminosäuren für die Energielieferung herangezogen werden (31).

Die Serumharnsäure zeigte keine wesentlichen trainingsabhängigen Veränderungen. Die leichte Tendenz zur trainingsabhängigen Abnahme fanden auch andere Autoren (12,43,55). Ergänzend hierzu wurde auch festgestellt, daß Ausdauertraining nur bei Hyperuricaemie einen erkennbaren Abfall der Serumharnsäure bewirkt hat (9). Dies könnte mit ein Grund dafür sein, daß der Trainingseinfluß auf die Serumharnsäure noch uneinheitlich beurteilt wird (46).

Das Serumbilirubin war nicht eindeutig trainingsabhängig im Gegensatz zu den Befunden von Martin et al. (43), der sowohl bei guten als auch Eliteläufern deutlich höhere Serumbilirubinwerte als bei den Nichtläufern fand. Dieselbe Arbeitsgruppe beobachtete keine Trainingseinflüsse auf das Gesamteiweiß im Serum und das Serumalbumin, während bei uns die Serumalbuminspiegel mit zunehmendem Lauftraining eindeutig trainingsabhängig gegenüber

den Nichtläufern abfielen. Röcker et al.(34) fanden bei hochtrainierten Ausdauersportlern in Ruhe niedrigere Serumalbumin- und Gesamteiweißwerte.

Das Serumeisen war in beiden Altersklassen bei den Nichtläufern höher. Dieser Unterschied war jedoch nur bei den 36-45 Jährigen deutlich. Eisenmangel bei Langstreckenläufern haben in stärkerem Ausmaß Hunding et al.(27), gering ausgeprägt Heilmann et al.(22) gefunden, wogegen Ehn et al.(15) keine erniedrigten Serumeisenspiegel bei ihren untersuchten Langstreckenläufern nachweisen konnten. Unterschiedliche Resultate dürften nicht zuletzt auch auf schwer erfaßbare individuelle Ernährungsgewohnheiten und regionale Unterschiede im Eisengehalt der Nahrung und des Trinkwassers beruhen und auch auf uneinheitliche individuelle Maßnahmen zur Eisensubstitution.

Die Phosphatide lagen in allen Gruppen trainingsabhängig im Normbereich.

3.3.5. Oraler Glucosetoleranztest

Die Blutzuckernüchternwerte und Glucosetoleranztests zeigten in allen Trainingsgruppen keinen Unterschied. Cooper et al.(12) fanden bei der Untersuchung von ca. 3 000 Männern im durchschnittlichen Alter von 44,6 Jahren bei den völlig Untrainierten einen Nüchternblutzucker von 111 mg/dl = 6,16 mmol/l und bei den Probanden mit ausgezeichneter Fitness 103,4 mg/dl = 5,7 mmol/l. Bei diesen hohen Probandenzahlen muß man aber davon ausgehen, daß eine nicht definierte Anzahl von Diabetikern die Resultate beeinflußte. Eventuell ist dies auch die Erklärung für die bei unseren Probanden durchweg mit 100 mg/dl wesentlich niedrigeren Bluzuckerwerte. Die Anzahl der Diabetiker war bei unseren Probanden vernachlässigbar klein, wie aus der Anamnese ersichtlich ist. Bei Trainierten wurde auch über eine bessere Glucosetoleranz berichtet (38,64), die bei uns jedoch nicht nachgewiesen werden konnte.

4. Kardiopulmonale und metabolische Parameter unter standardisierter Laufbandbelastung

4.1. Maximale kardiopulmonale Meßwerte bei Belastung

Die bei Laufbandbelastung erreichten kardialen, pulmonalen und metabolischen Parameter zeigten, daß bei allen Probanden eine Ausbelastung vorlag.
Die maximale Herzfrequenz wies mit zunehmendem Trainingsumfang eine abnehmende Tendenz auf. Zusammen mit den teilweise deutlich niedrigeren maximalen Herzfrequenzen bei den älteren Probanden gegenüber den jüngeren entspricht dies früheren Befunden (34,39).

Der maximale Blutdruck, von uns eine Minute nach Belastung gemessen, zeigte systolisch keine trainingsabhängigen Unterschiede. Über den maximalen Blutdruck und seine physiologischen Grenzwerte bei körperlichen Höchstleistungen liegen keine zuverlässigen Untersuchungsergebnisse vor. Bei Leistungssportlern wurden Maximalwerte über 250 mmHg systolisch gefunden (44).

Das relative und das absolute maximale Atemminutenvolumen stiegen in beiden Altersklassen trainingsabhängig deutlich an. Dabei erreichten die älteren Probanden niedrigere Werte. Die gleichzeitig mit dem maximalen Atemminutenvolumen bestimmte maximale Atemfrequenz nahm trainingsabhängig ebenfalls zu. Diese Befunde entsprechen den Erkenntnissen, daß das maximale Atemminutenvolumen bei ergometrischer Leistung überwiegend von der Leistungsfähigkeit der Atemmuskulatur und der Vitalkapazität bestimmt wird und sich etwa ab dem dreißigsten Lebensjahr fortschreitend vermindert (44).

Die bei unseren Probanden von Gruppe zu Gruppe zunehmende absolute und relative maximale Sauerstoffaufnahme entsprach dem zunehmenden Trainingsumfang. Die Trainingsabhängigkeit der maximalen Sauerstoffaufnahme wurde auch von anderen Autoren beschrieben (14). W.Roth et al.(53) fanden nur in höheren Leistungsbereichen eine Abnahme der positiven linearen Beziehung zwischen der maximalen Sauerstoffaufnahme und der Trainingsleistung.

Der maximale Sauerstoffpuls vergrößerte sich (in Übereinstimmung mit zahlreichen Literaturbefunden) mit zunehmendem Trainingsumfang. Bei etwa gleichbleibender maximaler Herzfrequenz war dies nur möglich durch die als Trainingsfolge bekannte hier nicht näher bestimmte Zunahme der arteriovenösen Sauerstoffdifferenz infolge einer Adaptation des Muskelstoffwechsels und durch die Zunahme des Herzvolumens mit entsprechendem linearem Schlagvolumenanstieg.
Das maximale Sauerstoffatemaequivalent blieb unabhängig vom Alter und Trainingsumfang unserer Probanden im Gegensatz zu Befunden von Hollmann et al.(26) konstant. Auch das maximale Kohlendioxidatemaequivalent zeigte keine Trainings- und Altersabhängigkeit.
Der maximale RQ bei Belastungsabbruch lag trainingsabhängig bei den Läufern niedriger als bei den Nichtläufern. Dies weist bei den hochausdauertrainierten Probanden auf den späten Übergang von der vorwiegenden Fettsäureverbrennung zur vorwiegenden Kohlenhydratverbrennung hin (53). Auch die besten Läufergruppen erreichten durchschnittliche RQ-Werte über 1, da alle Läufer zur völligen

Ausbelastung motiviert waren.

4.2. Minimale kardiopulmonale Parameter für AAeq-O_2, AAeq-CO_2 und RQ mit den simultan erhobenen Werten HF/min., $\dot{V}O_2$ (l/min.), $\dot{V}O_2$ (ml/min x kg) und AMV (l/min) unter standardisierter Laufbandbelastung

Das minimale Sauerstoffatemaequivalent wurde von Hollmann 1961 (26) als "Punkt des optimalen Wirkungsgrades der Atmung (PoW)" für männliche und weibliche Personen des dritten Lebensjahrzehnts mit ca. 25 ml ventilierter Luft pro 1 ml Sauerstoffaufnahme bestimmt und einem Bereich von 50 % der maximalen aeroben Kapazität bei einer Pulsfrequenz von ca. 130/min. zugeordnet.
Beim gesamten Kollektiv stieg der PoW in Relation zur Laufleistung an. In Relation zur maximalen Sauerstoffaufnahme wurde er bei Jüngeren aber ohne offensichtliche Beziehung zum Trainingsumfang nahezu konstant bei ca. 56 % gefunden. Bei den Älteren verschob er sich jedoch von 56,9 % bei Nichtläufern bis auf 64,3 % bei den vier Mal und mehr pro Woche Trainierenden. Offenbar konnte bei Älteren die absolute maximale Sauerstoffaufnahme nicht in gleicher Weise erhöht werden wie bei Jüngeren. Im Hinblick auf die Trainingsdaten ist zu diskutieren, ob die bei Jüngeren im Lauftraining höhere Kilometerleistung pro Woche der dafür verantwortliche Faktor ist, da in der Häufigkeit und in der Intensität keine wesentlichen Diskrepanzen bestanden.

Die beim optimalen Wirkungsgrad (PoW) gemessenen absoluten Sauerstoffaufnahme- und Atemminutenvolumenwerte stiegen mit zunehmendem Trainingsumfang bei Jüngeren und bei Älteren an und zeigten die von Galetti, Joss und Bühlmann in Mellerowicz (44) und von Hollmann (25) für den aeroben Belastungsbereich dargestellte relativ geradlinige Beziehung. Bei Älteren ergaben sich eindeutige Abhängigkeiten vom Trainingsumfang, etwas weniger deutliche bei Jüngeren. Offenbar sind die Absolutwerte der Sauerstoffaufnahme und des Atemminutenvolumens am PoW geeignet , Trainingseffekte zu differenzieren.
Die am PoW bei zunehmendem Trainingsumfang nur mäßige Zunahme der Herzfrequenz trotz deutlicher Steigerung der Sauerstoffaufnahme ist der auch im submaximalen Bereich ökonomischeren Arbeitsweise des trainierten Herzens zuzuschreiben, das bei gleicher Herzfrequenz mehr leistet als ein untrainiertes Herz (25,44).
Das minimale Kohlendioxidatemaequivalent war trainings- und altersunabhängig annähernd konstant und wurde bei höheren Laufleistungen als das minimale Sauerstoffatemaequivalent erreicht. Dementsprechend lagen auch die zugehörigen Herzfrequenzen, Atemminutenvolumina und Sauerstoffaufnahmewerte höher.

Die letzteren zwei Meßwerte stiegen wie zum Zeitpunkt des minimalen Sauerstoffatemaequivalents mit zunehmendem Trainingsumfang deutlich an und erlaubten die Unterscheidung der verschiedenen Trainingsgruppen in beiden Altersklassen.
Der minimale Respiratorische Quotient zeigte keine trainingsabhängigen und altersabhängigen Schwankungen. Da der minimale RQ nur sehr knapp vor dem minimalen Sauerstoffatemaequivalent erreicht wurde, entsprachen sich zu beiden Zeitpunkten die zugehörigen Werte der Herzfrequenz, des Atemminutenvolumens und der Sauerstoffaufnahme sowohl in der Größenordnung als auch im Vergleich der Trainingsgruppen weitgehend. Die häufiger Trainierenden der jüngeren Probanden waren besser nach dem Trainingsumfang differenzierbar als beim minimalen Sauerstoffatemaequivalent.

Zusammengefaßt zeigten das Atemminutenvolumen und die Sauerstoffaufnahme schon bei niedriger standardisierter Laufbandbelastung zum Zeitpunkt des minimalen Sauerstoffatemaequivalents und des fast gleichzeitig erreichten minimalen Respiratorischen Quotienten eine so deutliche Trainingsabhängigkeit, daß sie zur Beurteilung des Trainingszustandes durch submaximale Belastung beitragen können. Für dieselbe Verwendung auf etwas höherem Belastungsniveau erscheinen auch das Atemminutenvolumen und die Sauerstoffaufnahme zum Zeitpunkt des minimalen Kohlendioxidatemaequivalents als geeignet.

Im Gegensatz zu den vorgenannten Parametern zeigte die minimale Atemfrequenz keine Trainingsabhängigkeit und war lediglich bei den Untrainierten niedriger als bei den Trainierten (Tab.32.2.*). Dies steht im Gegensatz zu den Befunden von Kesseler (30), der für Trainierte ein geringeres Atemzeitvolumen und eine langsamere vertiefte Atmung mit verringerter Totraumventilation gefunden hat. Eine Erklärung für unsere hiervon abweichenden Befunde muß offen bleiben.

4.3. Fortlaufende Meßwerte unter standardisierter Laufbandbelastung

4.3.1. Absolute und relative Sauerstoffaufnahme

Auf gleichen Belastungsstufen sind unabhängig vom Trainingszustand, Alter und Geschlecht gleiche Sauerstoffaufnahmewerte zu erwarten (26,44). In Ruhe vor Belastung fanden wir eine trainingsabhängig zunehmende relative Sauerstoffaufnahme. Dies könnte dem höheren Grundumsatz bei einem prozentual größeren Anteil der Muskulatur am Gesamtkörpergewicht eines Trainierten entsprechen (42). Unter Belastung fiel bei den 36-45 Jährigen bei 10 kmh und 12 kmh jeweils

auf gleicher Belastungsstufe eine bei zunehmendem Trainingsumfang steigende relative Sauerstoffaufnahme auf. Offenbar hatten hier entgegen der Lehrmeinung auf gleichen submaximalen Belastungsstufen Läufer eine höhere Sauerstoffaufnahme als Nichtläufer. Da dieser Trend in den anderen Belastungsstufen und bei den 25-35 Jährigen nicht klar erkennbar wurde, sind weitergehende Rückschlüsse erst nach zusätzlichen Versuchen möglich. Deshalb erlaubte die Zunahme der absoluten und relativen Sauerstoffaufnahme unter Belastung keine Aussagen über kardiopulmonale Trainingseffekte. Als ein für gesundheitliche und mehr noch für leistungssportliche Aspekte verwertbares Nebenresultat haben wir die für unsere Versuchsbedingungen gültigen absoluten und relativen Sauerstoffaufnahmewerte für jede Belastungsstufe tabellarisch erfaßt (Tab.37.*), so daß unter gleichen Bedingungen auch ohne Spirometrie maximal erreichte Sauerstoffaufnahmewerte abgelesen und interpoliert werden können.

4.3.2. Laktatspiegel

Die bei Läufern auf gegebenen Belastungsstufen niedrigere Laktatbildung im arbeitenden Muskelgewebe und der gleichzeitig schnellere Abbau des Laktatspiegels im Blut durch verschiedene Organe wurde von Mader et al.(41) zur Beurteilung der Ausdauerleistungsfähigkeit herangezogen. Ein Laktatspiegel von 4,0 mmol/l wurde als sensibelste Kenngröße der aerob-anaeroben Schwelle eingeführt und von Keul et al.(31) in ein System zur Leistungsdiagnostik integriert. Stegmann und Kindermann (57) berechneten mit Hilfe der Diffusion an biologischen Membranen, daß der als Gleichgewichtspunkt zwischen Diffusions- und Eliminationsgeschwindigkeit definierte Punkt der anaeroben Schwelle bei Hochausdauertrainierten deutlich niedriger, um 2 mmol/l, lag und im Einzelfall vom Gruppenmittelwert stark abwich.
Auch wir beobachteten in Einzelfällen stärkere Abweichungen von Gruppenmittelwerten, die jedoch das Gesamtbild nicht wesentlich beeinträchtigten. Die bei zunehmendem Trainingsumfang bekannte Verschiebung der 4 mmol/l- Laktatschwelle zu höheren Belastungsstufen machte sich schon bei relativ geringem Trainingsumfang bemerkbar. In diesem Bereich konnte man auch bei Berücksichtigung des neuen kinetischen Modells von Stegmann und Kindermann (57) den 4,0 mmol/l --Laktatspiegel als anaeroben Schwellenwert gelten lassen. Bei Jüngeren und Älteren reichte ein ca. zwei Mal wöchentliches Lauftraining mit langsamem Trabtempo von ca. 8 kmh bei einem wöchentlichen Trainingspensum von ca. 1,8 Stunden und ca. 14 Kilometern aus, um bei ca. 8 kmh die Energiegewinnung im aeroben Bereich zu halten.

In beiden Altersklassen war bei mäßigem Ausdauertraining die anaerobe Schwelle soweit angehoben, daß sie bei durchschnittlicher Alltagsbelastung nicht mehr erreicht wurde.
Die nach einer Minute und drei Minuten Erholungszeit erreichten Laktatspiegel lagen mit zunehmendem Trainingsumfang niedriger. Die zu diesen Zeitpunkten gemessenen Laktatspiegel lagen in allen Trainingsgruppen beider Altersklassen zwischen 8-11 mmol/l. Dies läßt trotz eingeschränkter Vergleichbarkeit mit der Belastungsmethode von Mader et al.(41) darauf schließen, daß bei allen unseren Probanden mindestens eine mittlere Ausbelastung erreicht wurde, was zu aerob Trainierenden paßt. Auch hier muß nochmals darauf hingewiesen werden, daß eine unterschiedliche Stufendauer bei Laufbandbelastung die Laktatwerte schon auf submaximalen Belastungsstufen verändert (21) und Vergleiche mit anderen Ergebnissen erschwert.

4.3.3. Blut - pH

Alters- und trainingsabhängige pH- Unterschiede traten weder in Ruhe vor Belastung noch nach einer Minute und drei Minuten Erholungszeit auf. Die pH-Werte lagen in allen Trainingsgruppen erwartungsgemäß nach zwei Minuten Erholungszeit am tiefsten. Die weitere fallende Tendenz der pH-Werte entspricht bisherigen Befunden, wonach bei Trainierten und Untrainierten die niedrigsten pH-Werte in der vierten Erholungsminute gefunden wurden (44). Auch in der Erholungsphase waren die Werte nicht durch den Trainingsumfang beeinflußt.

5. Schlußfolgerungen

Auf orthopädischem Fachgebiet beinhaltet das Dauerlauftraining eindeutig gesundheitliche Risiken. Bei einem Trainingsumfang von mehr als zwei Trainingseinheiten pro Woche nahmen bei Jüngeren und Älteren pathologische Befunde im Fuß- und Sprunggelenksbereich sowie im Bereich der Wirbelsäule erheblich zu. Bei Hochtrainierten fielen weiterhin deutlich häufigere krankhafte Befunde im Hüftgelenksbereich auf. Das Problem der Praevention und rechtzeitigen Therapie stellt eine mit dem Training sich erhöhende Schmerztoleranz dar, da Beschwerden im Vergleich zu krankhaften Veränderungen deutlich geringer gefunden wurden. Umso notwendiger ist es, auf prophylaktische Maßnahmen hinzuweisen, durch die die negativen Auswirkungen wahrscheinlich auf ein Minimum zu reduzieren wären. Dazu zählen die Verwendung geeigneten

Schuhwerks, Ausgleichsgymnastik der Rumpfmuskulatur, der sinnvolle Aufbau der einzelnen Trainingseinheiten mit Aufwärmphase, Dehnungsübungen, Gymnastik und aktiver Erholungsphase, ein ausreichend langfristiger Trainingsaufbau und eine stärkere Aufklärung von Läufern, daß Beschwerden nicht bagatellisiert werden dürfen.
Auf internmedizinischem Gebiet lassen sich demgegenüber insgesamt nur praeventiv sinnvolle Adaptationen erkennen. Schon bei den weniger als zwei Mal wöchentlich Trainierenden nahmen allgemeine Herzbeschwerden, Atembeschwerden und Extrasystolenhäufigkeit als Anzeichen einer Stabilisierung der vegetativen Regulation ab. Bei mehr als zweimaligem Lauftraining pro Woche fand sich ein Rückgang des Fettgehalts des Körpers, wodurch direkt und indirekt ein koronares Erkrankungsrisiko gemindert werden kann. Auch im humoralen Bereich wurden mit zunehmendem Trainingsumfang im Hinblick auf Stoffwechselleiden und eine Atherogenese nur positiv zu wertende Veränderungen erkennbar.

Die ergometrischen Analysen verdeutlichten ökonomisierende und leistungssteigernde Effekte am kardiovaskulären und pulmonalen System. Die ersten positiven Auswirkungen in Form größerer aerober Leistungsbreite waren schon bei dem geringen Trainingsumfang von durchschnittlich 1,5 bis 2 Trainingseinheiten pro Woche zu beobachten. Bei Laufumfängen von mehr als vier Einheiten pro Woche konnte auch bei Erwachsenen ein Sportherz beobachtet werden, das neben den muskulären Adaptationen mit für die gesteigerte aerobe Kapazität verantwortlich ist. Ohne Zweifel hat das Lauftraining einen hohen Stellenwert in der Praevention von kardiovaskulären Dysregulationen, Stoffwechselleiden und koronaren Risikofaktoren. Es sollte jedoch in der Vorbeugung der degenerativen kardiovaskulären Erkrankungen bei der bekannten multifaktoriellen Aetiologie der Arteriosklerose trotz allem nicht überschätzt werden.

Unter praeventivmedizinischen Gesichtspunkten ist ein Lauftraining von durchschnittlich 1,5 bis 2 Trainingseinheiten pro Woche bei wöchentlichen Laufstrecken von 12 bis 15 Kilometern und einer wöchentlichen Laufdauer von insgesamt ca. 1,5 bis 2 Stunden als internmedizinisch wertvoll und orthopädisch risikoarm jedem Erwachsenen zu empfehlen.

V. Zusammenfassung

206 systematisch trainierende Dauerläufer und 98 keinen Laufsport betreibende Männer im Alter von 25-45 Jahren wurden gleichartig internistisch, orthopädisch und spiroergometrisch bei standardisierter Laufbandbelastung untersucht. Kardiopulmonale und humorale Parameter wurden vor, während und nach Belastung bestimmt. In den Altersklassen von 25-35 und 36-45 Jahren wurden jeweils drei Gruppen unterschiedlichen Trainingsumfangs einer Gruppe von Nichtläufern gegenübergestellt. Unterschiede in anamnestisch eruierbaren genetischen Dispositionen und in der Körpergröße bestanden nicht.
Folgende wesentliche Ergebnisse wurden erhoben:

1. In der internmedizinischen Anamnese fielen jüngere Läufer durch eine geringere Häufigkeit von Vorerkrankungen mit erhöhtem koronaren Risiko auf. Sonst bestanden insbesondere auch bei Älteren keine Unterschiede.
Uncharakteristische Herzbeschwerden zum Untersuchungszeitpunkt wurden eindeutig bei nicht oder nur in geringem Umfang Laufenden häufiger angegeben, als bei mehr als zwei Mal pro Woche Trainierenden. Beschwerden, die auf eine koronare Herzkrankheit hinwiesen, waren bei Älteren insgesamt häufiger und zeigten mit zunehmendem Trainingsumfang mit Ausnahme eines Brustengegefühls die Tendenz zur Abnahme. Angaben über Extrasystolien und Atembeschwerden waren bei älteren Untrainierten häufiger vorhanden.
Pathologische internmedizinische Befunde wurden insgesamt bis zu 40% beobachtet. Die Seltenheit einzelner Diagnosen ließ eine differenzierte Betrachtung nicht zu. Insgesamt nahm bei Älteren, nicht aber Jüngeren, mit zunehmendem Training die Häufigkeit aller internmedizinischen Pathologika ab.

2. Am Stütz- und Bewegungsapparat wiesen Ältere generell eindeutig mehr Wirbelsäulenbeschwerden auf. Mit zunehmendem Trainingsumfang wurden Klagen über Beschwerden im Fuß- und Sprunggelenksbereich eindeutig häufiger.
Krankhafte Befunde am Stütz- und Bewegungsapparat zeigten sich weitaus häufiger als die Beschwerden vermuten ließen sowohl am Fuß- und Sprunggelenksbereich, bei Hochtrainierten im Hüftgelenks- und insbesondere auch im Wirbelsäulenbereich. Bei Hochtrainierten wurden bei ca. 70% der Läufer, gegenüber nur 15-20% der Untrainierten, Pathologika im Fuß-, Sprunggelenks- und Wirbelsäulenbereich beobachtet. Mit zunehmendem Trainingsumfang nahmen eindeutig die Pathologika zu.

3. In den Rauchgewohnheiten unterschieden sich Läufer (ca. 5% Raucher) von Nichtläufern (ca. 30% Raucher) eindeutig; die Anzahl der Exraucher war in etwa gleich. Abhängigkeiten zum Laufumfang wurden nicht ersichtlich.

4. Das Körpergewicht sank bei einem Laufumfang von mehr als zwei Mal pro Woche auf Grund eines geringeren Körpergesamtfettgehalts eindeutig ab.

5. Das absolute Herzvolumen zeigte erst bei mehr als vier Mal Trainierenden eine Zunahme, das relative erhöhte sich bereits bei mehr als zweimaligem Training.

6. Der Ruheblutdruck und die Vitalkapazität sowie der Tiffeneau-Test zeigten keine Veränderungen mit dem Training.

7. Im EKG waren eine Abnahme der Herzfrequenz, eine Abnahme von Extrasystolen und Veränderungen, die auf eine Linksherzhypertrophie hinwiesen, feststellbar.

8. Im Blutbild, bei den Elektrolytwerten, bei den harnpflichtigen Substanzen, beim Bilirubinspiegel und im Eiweißgehalt zeigten sich insgesamt diskrete aber im Normbereich gelegene Veränderungen, wobei ein Anstieg des Harnstoffs und eine Abnahme des Albumingehalts mit zunehmendem Training hervorzuneben sind. Der Cholesterinspiegel zeigte keine Abnahme, bei älteren Hochtrainierten stieg er leicht an. Der Triglyceridwert war bereits bei mehr als zweimaligem Lauftraining deutlich erniedrigt. Der Kohlenhydratstoffwechsel, beurteilt mittels des oralen Glucosetoleranztests, zeigte keine durchgehende Änderung.

9. Bei der spiroergometrischen Diagnostik stiegen mit zunehmendem Training die maximalen Atemminutenvolumina, die maximale Sauerstoffaufnahme und der maximale Sauerstoffpuls an, die maximale Herzfrequenz zeigte eine Tendenz zur Abnahme, der maximale Blutdruck änderte sich nicht. Die maximalen und die minimalen Atemaequivalentwerte für Sauerstoff und Kohlendioxid ließen keine eindeutigen trainingsabhängigen Veränderungen erkennen. Eindeutig erhöhte sich der aerobe Arbeitsbereich, was sich sowohl an absolut höheren Sauerstoffaufnahmewerten, den minimalen Atemaequivalentwerten für Sauerstoff und Kohlendioxid wie auch aus den abnehmenden submaximalen Laktatspiegeln folgern ließ.

10. Aus Klinik und Adaptationen durch Lauftraining in Abhängigkeit vom Trainingsumfang wird gefolgert, daß ein Dauerlauf 1,5 bis 2 Mal pro Woche mit einem Kilometerumfang von 12 bis 15 km und einem Zeitaufwand von 1,5 bis 2 Stunden aus praeventivmedizinischer Sicht jedem Erwachsenen zu empfehlen ist, da dadurch bereits kardiovaskulären Dysregulationen, teilweise koronaren Risikofaktoren und Stoffwechselstörungen vorgebeugt wird, ohne daß ein erhöhtes Erkrankungsrisiko am Stütz- und Bewegungsapparat befürchtet werden muß. Allerdings lassen sich derartige Beschwerden durch eine sinnvolle Prophylaxe auch bei höherem Trainingsumfang mit Wahrscheinlichkeit vermeiden.

VI. Tabellenanhang

Tab.6. Eigene Anamnese: Absolute und relative Häufigkeit der Angabe von Extrasystolen

25-35 Jährige

Gruppe I n=46			Gruppe II n=40			Gruppe III n= 8			Gruppe IV n=25			Gesamt n=119		
ja	% von	Anz. Def.	ja	% von	Anz. Def.	ja	% von	Anz. Def.	ja	% von	Anz. Def.	ja	% von	Anz. Def.
1	2,6%	38	2	5,1%	39	0	0 %	8	1	4,2%	24	4	3,7%	109

36-45 Jährige

Gruppe I n=52			Gruppe II n=68			Gruppe III n=39			Gruppe IV n=26			Gesamt n=185		
ja	% von	Anz. Def.	ja	% von	Anz. Def.	ja	% von	Anz. Def.	ja	% von	Anz. Def.	ja	% von	Anz. Def.
2	4,4%	45	3	4,6%	66	1	2,7%	37	0	0 %	21	6	3,6%	169

Tab.8.1. Eigene Anamnese: Absolute und relative Häufigkeit orthopädischer Beschwerden an verschiedenen Lokalisationen des Stütz- und Bewegungsapparates im Vergleich der Trainingsgruppen I-IV und insgesamt

25-35 Jährige	Gruppe I n=46 Anz.Def.=46		Gruppe II n=40 Anz.Def.=40		Gruppe III n= 8 Anz.Def.= 8		Gruppe IV n=25 Anz.Def.=25		Gesamt n=119 AnzDef.=119	
	ja	%Grp.	ja	%Grp	ja	%Grp.	ja	%Grp	ja	%Grp.
Füße mit Sprunggelenken	3	= 6,5%	9	=22,5%	1	= 12,5%	8	=32,0%	21	=17,6%
Kniegelenke	9	=19,6%	9	=22,5%	2	= 25,0%	2	= 8,0%	22	=18,5%
Hüftgelenke	0	= 0 %	2	= 5,0%	0	= 0 %	1	= 4,0%	3	= 2,5%
Wirbelsäule	0	= 0 %	2	= 5,0%	0	= 0 %	2	= 8,0%	4	= 3,4%
Schultergürtel	0	= 0 %	3	= 7,5%	0	= 0 %	0	= 0 %	3	= 2,5%

36-45 Jährige	n=52 Anz.Def.=51		n=68 Anz.Def.=68		n=39 Anz.Def.=39		n=26 Anz.Def.=26		n=185 AnzDef.=184	
	ja	%Grp.	ja	%Grp.	ja	%Grp	ja	%Grp.	ja	%Grp.
Füße mit Sprunggelenken	6	=11,8%	12	=17,6%	9	=23,1%	9	=34,6%	36	=19,6%
Kniegelenke	9	=17,6%	11	=16,2%	8	=20,5%	3	=11,5%	31	=16,8%
Hüftgelenke	0	= 0 %	2	= 2,9%	3	= 7,7%	1	= 3,8%	6	= 3,3%
Wirbelsäule	10	=19,6%	10	=14,7%	13	=33,3%	8	=30,8%	41	=22,3%
Schultergürtel	1	= 2,0%	2	= 2,9%	0	= 0 %	0	= 0 %	3	= 1,6%

25-45 Jährige	n=98 Anz.Def.=97		n=108 Anz.Def.=108		n=47 Anz.Def.=47		n=51 Anz.Def.=51		n=304 AnzDef.=303	
	ja	%Grp.	ja	%Grp.	ja	%Grp.	ja	%Grp.	ja	%Grp.
Füße mit Sprunggelenken	9	= 9,3%	21	=19,4%	10	=21,3%	17	=33,3%	57	=18,8%
Kniegelenke	18	=18,6%	20	=18,5%	10	=21,3%	5	= 9,8%	53	=17,5%
Hüftgelenke	0	= 0 %	4	= 3,7%	3	= 6,4%	2	= 3,9%	9	= 3,0%
Wirbelsäule	10	=10,3%	12	=11,1%	13	=27,7%	10	=19,6%	45	=14,9%
Schultergürtel	1	= 1,0%	5	= 4,6%	0	= 0 %	0	= 0 %	6	= 2,0%

Tab.8.2. Eigene Anamnese: Vergleich der Häufigkeit orthopädischer Beschwerden an bestimmten Lokalisationen des Stütz- und Bewegungsapparates in den Trainingsgruppen I-IV. Statistische Auswertung nach dem t-Test: p-Werte

25-35 Jahrige	I - II	I -III	I - IV	II -III	II - IV	III - IV
Füße mit Sprunggelenken	< 0,05	-	< 0,01	-	-	-
Kniegelenke	-	-	-	-	-	-
Hüftgelenke	-	-	-	-	-	-
Wirbelsäule	-	-	-	-	-	-
Schultergurtel	-	-	-	-	-	-

36-45 Jährige	I - II	I -III	I - IV	II -III	II - IV	III - IV
Füße mit Sprunggelenken	-	-	< 0,005	-	-	-
Kniegelenke	-	-	-	-	-	-
Hüftgelenke	-	<0,05	-	-	-	-
Wirbelsäule	-	-	-	<0,05	-	-
Schultergürtel	-	-	-	-	-	-

25-45 Jährige	I - II	I -III	I - IV	II -III	II - IV	III - IV
Füße mit Sprunggelenken	< 0,05	<0,05	< 0,001	-	-	-
Kniegelenke	-	-	-	-	-	-
Hüftgelenke	-	<0,05	-	-	-	-
Wirbelsäule	-	<0,005	-	<0,05	-	-
Schultergürtel	-	-	-	-	-	-

Tab.8.3. Eigene Anamnese, orthopädische Beschwerden
Beschwerdenhäufigkeit, Vergleich der Lokalisationen
Statistische Auswertung nach dem t-Test: p-Werte

25-35 Jährige

Grp.	1-2 Fuße-Knieg.	1-3 Fuße-Hüftg.	1-4 Fuße-WS	1-5 Fuße-Schg.	2-3 Knie-Hüftg.	2-4 Knie-WS	2-5 Knie-Schg.	3-4 Hüftg. WS	3-5 Hüftg. Schg.	4-5 WS Schg.
I	-	-	-	-	< 0,005	< 0,005	< 0,005	-	-	-
II	-	< 0,05	< 0,05	-	< 0,05	< 0,05	-	-	-	-
III	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IV	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,005	-	-	-	-	-	-
gesamt	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	-	-	-

36-45 Jährige

Grp.	1-2 Fuße-Knieg.	1-3 Fuße-Hüftg.	1-4 Fuße-WS	1-5 Fuße-Schg.	2-3 Knie-Hüftg.	2-4 Knie-WS	2-5 Knie-Schg.	3-4 Hüftg. WS	3-5 Hüftg. Schg.	4-5 WS Schg.
I	-	< 0,05	-	-	< 0,005	-	< 0,01	< 0,005	-	< 0,01
II	-	< 0,01	-	< 0,01	< 0,01	-	< 0,01	< 0,05	-	< 0,05
III	-	-	-	< 0,005	-	-	< 0,005	< 0,01	-	< 0,001
IV	-	< 0,01	-	< 0,005	-	-	-	< 0,05	-	< 0,005
gesamt	-	< 0,001	-	< 0,001	< 0,001	-	< 0,001	< 0,001	-	< 0,001

25-45 Jährige

Grp.	1-2 Fuße-Knieg.	1-3 Fuße-Hüftg.	1-4 Fuße-WS	1-5 Fuße-Schg.	2-3 Knie-Hüftg.	2-4 Knie-WS	2-5 Knie-Schg.	3-4 Hüftg. WS	3-5 Hüftg. Schg.	4-5 WS Schg.
I	-	< 0,005	-	< 0,05	< 0,001	-	< 0,001	< 0,005	-	< 0,01
II	-	< 0,001	-	< 0,005	< 0,005	-	< 0,005	< 0,05	-	-
III	-	< 0,05	-	< 0,005	< 0,05	-	< 0,005	< 0,01	-	< 0,001
IV	< 0,01	< 0,001	-	< 0,001	-	-	< 0,05	< 0,05	-	< 0,005
gesamt	-	< 0,001	-	< 0,001	< 0,001	-	< 0,001	< 0,001	-	< 0,001

Tab.9. Raucheranamnese: Absolute und relative Häufigkeit von Nichtrauchern, Exrauchern und Rauchern in den Trainingsgruppen I-IV und insgesamt

25-35 Jährige	Gruppe I n =46 AnzDef.=46		Gruppe II n =40 AnzDef.=40		Gruppe III n =8 AnzDef.=8		Gruppe IV n =25 AnzDef.=25		Gesamt n =119 AnzDef=119	
	ANZ=	%Grp.	ANZ=	%Grp.	ANZ=	%Grp.	ANZ=	%Grp.	ANZ=	%Grp.
Nichtraucher	14	30,4%	26	65,0%	4	50,0%	16	64,0%	60	50,4%
Exraucher	15	32,6%	10	25,0%	4	50,0%	9	36,0%	38	31,9%
Raucher	17	37,0%	4	10,0%	0	0 %	0	0 %	21	17,6%

36-45 Jährige	Gruppe I n =52 AnzDef.=51		Gruppe II n =68 AnzDef.=68		Gruppe III n =39 AnzDef.=39		Gruppe IV n =26 AnzDef=26		Gesamt n =185 AnzDef=184	
	ANZ=	%Grp.	ANZ=	%Grp.	ANZ=	%Grp.	ANZ=	%Grp.	ANZ=	%Grp.
Nichtraucher	18	35,3%	40	58,8%	24	61,5%	15	57,7%	97	52,7%
Exraucher	15	29,4%	25	36,8%	13	33,3%	10	38,5%	63	34,2%
Raucher	18	35,3%	3	4,4%	2	5,1%	1	3,9%	24	13,0%

Tab.12. Laufgeschwindigkeit beim Training in den einzelnen Trainingsgruppen

Trainings-gruppe	km/h	
	25-35 Jahrige	36-45 Jahrige
I	-	-
II	7,2	8,3
III	11,8	10,6
IV	11,0	11,5

Tab.17.1. Absolute und relative Häufigkeit pathologischer orthopädischer Befunde an bestimmten Lokalisationen des Stütz- und Bewegungsapparats in den Trainingsgruppen I-IV und insgesamt

25-35 Jährige	Gruppe I n =46 AnzDef.=46		Gruppe II n =40 Anz.Def.=40		Gruppe III n =8 AnzDef.=8		Gruppe IV n =25 AnzDef.=25		Gesamt n =119 AnzDef=119	
	ja	%Grp.	ja	%Grp.	ja	%Grp.	ja	%Grp	ja	%Grp
Füße mit Sprunggelenken	6	= 13,0%	15	= 37,5%	3	= 37,5%	16	= 64,0%	40	=33,6%
Kniegelenke	3	= 6,5%	5	= 12,5%	1	= 12,5%	5	= 20,0%	14	=11,8%
Hüftgelenke	4	= 8,7%	7	= 17,5%	1	= 12,5%	8	= 32,0%	20	=16,8%
Wirbelsäule	5	= 10,9%	20	= 50,0%	4	= 50,0%	15	= 60,0%	44	=37,0%
Schultergürtel	0	= 0 %	2	= 5,0%	1	= 12,5%	0	= 0 %	3	= 2,5%
36-45 Jährige	n =52 AnzDef.=52		n =68 AnzDef.=68		n =39 AnzDef.=39		n =26 AnzDef.=26		n =185 AnzDef=185	
	ja	%Grp.	Ja	%Grp.	ja	%Grp.	ja	%Grp.	ja	%Grp.
Füße mit Sprunggelenken	8	= 15,4%	32	= 47,1%	25	=64,1%	18	= 69,2%	83	=44,9%
Kniegelenke	2	= 3,8%	18	= 26,5%	5	=12,8%	4	= 15,4%	29	=15,7%
Hüftgelenke	5	= 9,6%	9	= 13,2%	4	=10,3%	8	= 30,8%	26	=14,1%
Wirbelsäule	13	= 25,0%	32	= 47,1%	22	=56,4%	18	= 69,2%	85	=45,9%
Schultergürtel	0	= 0 %	2	= 2,9%	1	= 2,6%	1	= 3,8%	4	= 2,2%
25-45 Jährige	n =98 AnzDef.=98		n =108 AnzDef.=108		n =47 AnzDef.=47		n =51 AnzDef.=51		n =304 AnzDef=304	
	ja	%Grp.	ja	%Grp.	ja	%Grp.	ja	%Grp.	ja	%Grp.
Füße mit Sprunggelenken	14	= 14,3%	47	= 43,5%	28	= 59,6%	34	= 66,7%	123	=40,5%
Kniegelenke	5	= 5,1%	23	= 21,3%	6	= 12,8%	9	= 17,6%	43	=14,1%
Hüftgelenke	9	= 9,2%	16	= 14,8%	5	= 10,6%	16	= 31,4%	46	=15,1%
Wirbelsäule	18	= 18,4%	52	= 48,1%	26	= 55,3%	33	= 64,7%	129	=42,4%
Schultergürtel	0	= 0 %	4	= 3,7%	2	= 4,3%	1	= 2,0%	7	= 2,3%

Tab.17.2. Vergleich der Häufigkeit pathologischer orthopädischer Befunde an bestimmten Lokalisationen des Stütz- und Bewegungsapparats in den einzelnen Trainingsgruppen.
Statistische Auswertung nach dem t-Test: p-Werte

25-35 Jährige	I - II	I - III	I - IV	II - III	II - IV	III - IV
Füße mit Sprunggelenken	< 0,05	-	< 0,001	-	< 0,05	-
Kniegelenke	-	-	-	-	-	-
Hüftgelenke	-	-	< 0,05	-	-	-
Wirbelsäule	< 0,001	< 0,01	< 0,001	-	-	-
Schultergurtel	-	< 0,05	-	-	-	-

36-45 Jährige	I - II	I - III	I - IV	II - III	II - IV	III - IV
Füße mit Sprunggelenken	< 0,001	< 0,001	< 0,001	-	-	-
Kniegelenke	< 0,005	-	-	-	-	-
Hüftgelenke	-	-	< 0,05	-	-	< 0,05
Wirbelsäule	< 0,05	< 0,005	< 0,001	-	-	-
Schultergurtel	-	-	-	-	-	-

25-45 Jährige	I - II	I - III	I - IV	II - III	II - IV	III - IV
Füße mit Sprunggelenken	< 0,001	< 0,001	< 0,001	-	< 0,01	-
Kniegelenke	< 0,005	-	< 0,05	-	-	-
Hüftgelenke	-	-	< 0,005	-	< 0,05	< 0,05
Wirbelsäule	< 0,001	< 0,001	< 0,001	-	-	-
Schultergurtel	-	< 0,001	-	< 0,05	-	< 0,05

Tab.17.3. Gegenüberstellung der Häufigkeit orthopädischer Befunde an bestimmten Lokalisationen des Stütz- und Bewegungsapparats innerhalb der Trainingsgruppen. (Schg.=Schultergelenke) Statistische Auswertung nach dem t-Test: p-Werte

25-35 Jährige

Grp.	1-2 Füße-Knieg.	1-3 Füße-Hüftg.	1-4 Füße-WS	1-5 Füße-Schg.	2-3 Knie-Hüftg.	2-4 Knie-WS	2-5 Knie-Schg.	3-4 Hüftg.-WS	3-5 Hüftg.-Schg.	4-5 WS Schg.
I	-	-	-	< 0,05	-	-	-	-	< 0,05	< 0,05
II	< 0,05	< 0,05	-	< 0,001	-	< 0,001	-	< 0,005	-	< 0,001
III	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IV	< 0,005	< 0,05	-	< 0,001	-	< 0,001	< 0,05	-	< 0,005	< 0,001
gesamt	< 0,001	< 0,005	-	< 0,001	-	< 0,001	< 0,01	< 0,001	< 0,001	< 0,001

36-45 Jahrige

Grp.	1-2 Füße-Knieg.	1-3 Füße-Hüftg.	1-4 Füße-WS	1-5 Füße-Schg.	2-3 Knie-Hüftg.	2-4 Knie-WS	2-5 Knie-Schg.	3-4 Hüftg.-WS	3-5 Hüftg.-Schg.	4-5 WS Schg.
I	< 0,05	-	-	< 0,005	-	< 0,005	-	< 0,05	< 0,05	< 0,001
II	< 0,05	< 0,001	-	< 0,001	-	< 0,05	< 0,001	< 0,001	< 0,05	< 0,001
III	< 0,001	< 0,001	< 0,05	< 0,001	-	< 0,001	-	< 0,001	-	< 0,001
IV	< 0,001	< 0,01	-	< 0,001	-	< 0,001	-	< 0,01	< 0,05	< 0,001
gesamt	< 0,001	< 0,001	-	< 0,001	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001

25-45 Jährige

Grp.	1-2 Füße-Knieg.	1-3 Füße-Hüftg.	1-4 Füße-WS	1-5 Füße-Schg.	2-3 Knie-Hüftg.	2-4 Knie-WS	2-5 Knie-Schg.	3-4 Hüftg.-WS	3-5 Hüftg.-Schg.	4-5 WS Schg.
I	<0,05	-	-	<0,001	-	<0,005	<0,05	-	<0,005	<0,001
II	<0,001	<0,001	-	<0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,01	<0,001
III	<0,001	<0,001	-	<0,001	-	<0,001	-	<0,001	-	<0,001
IV	<0,001	<0,001	-	<0,001	-	<0,001	<0,01	<0,005	<0,001	<0,001
gesamt	<0,001	<0,001	-	<0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Tab.18.1. Anthropometrische Meßwerte

25-35 Jährige		Gruppe I n=46	Gruppe II n=40	Gruppe III n= 8	Gruppe IV n=25
Größe in cm	Anz.Def.	46	40	8	25
	$\bar{x}$	177,9	178,2	177,0	175,4
	s	±6,5	±7,0	± 3,3	± 5,0
Gewicht in kg	Anz.Def.	46	40	8	25
	$\bar{x}$	74,5	74,8	66,5	67,0
	s	± 10,1	± 10,7	± 3,0	± 6,0
Summe der Hautfalten-dicke in mm	Anz.Def.	46	40	8	25
	$\bar{x}$	52,4	49,7	25,9	25,0
	s	± 21,1	± 20,3	± 7,5	± 10,0
Gesamtfett-gehalt in % KG	Anz.Def.	46	40	8	24
	$\bar{x}$	17,3	16,2	7,3	7,1
	s	± 8,8	± 8,3	± 2,5	± 3,2

36-45 Jährige		Gruppe I n=52	Gruppe II n=68	Gruppe III n=39	Gruppe IV n=26
Größe in cm	Anz.Def.	51	68	39	26
	$\bar{x}$	177,6	175,5	174,7	176,3
	s	± 5,6	± 5,6	± 5,5	± 6,6
Gewicht in kg	Anz.Def.	51	68	39	26
	$\bar{x}$	77,0	74,0	70,0	69,5
	s	± 8,5	± 7,6	± 5,7	± 6,4
Summe der Hautfalten-dicke in mm	Anz.Def.	49	67	39	26
	$\bar{x}$	51,9	47,6	37,4	31,8
	s	± 18,2	± 14,9	± 12,6	± 12,9
Gesamtfett-gehalt in % KG	Anz.Def.	49	67	39	26
	$\bar{x}$	16,9	15,1	11,3	9,4
	s	± 7,4	± 5,9	± 4,5	± 4,5

Tab.18.2. Anthropometrische Meßwerte: Vergleich der Trainingsgruppen
Statistische Auswertung nach dem U-Test: p-Werte

	25-35 Jährige						36-45 Jährige					
	I II	I III	I IV	II III	II IV	III IV	I II	I III	I IV	II III	II IV	III IV
Größe in cm	-	-	-	-	<0,05	-	-	-	-	-	-	-
Gewicht in kg	-	<0,05	<0,001	<0,05	<0,005	-	<0,05	<0,001	<0,001	<0,05	<0,05	-
Summe der Hautfalten-dicke	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-
Gesamtfettge-halt in % KG	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-

Tab.19. Der Ruheblutdruck im Liegen

25-35 Jährige		Gruppe I n=46	Gruppe II n=40	Gruppe III n= 8	Gruppe IV n=25	Gesamt n=119
RR syst.	Anz.Def.	46	40	8	25	119
	$\bar{x}$	127,8	127,5	130,6	123,6	127,0
	s	±11,3	± 13,2	±18,8	±10,1	± 12,3
RR diast.	Anz.Def.	46	40	8	25	119
	$\bar{x}$	76,6	77,8	78,8	74,2	76,6
	s	± 8,2	± 6,6	± 3,5	± 7,5	± 7,4

36-45 Jährige		Gruppe I n=52	Gruppe II n=68	Gruppe III n=39	Gruppe IV n=26	Gesamt n=185
RR syst.	Anz.Def.	49	67	39	26	185
	$\bar{x}$	128,9	132,1	133,2	134,4	131,8
	s	±15,8	± 13,7	±12,7	±14,1	± 14,2
RR diast.	Anz.Def.	50	68	39	26	183
	$\bar{x}$	80,2	83,0	81,3	80,2	81,5
	s	± 9,8	± 10,6	± 6,5	± 7,5	± 9,3

Tab.20. Herzvolumen

25-35 Jährige		Gruppe I n=46	Gruppe II n=40	Gruppe III n= 8	Gruppe IV n=25
absolut/ml	Anz.Def.	41	34	8	24
	$\bar{x}$	806,4	832,9	806,5	968,2
	s	±124,5	±145,4	± 82,0	±150,1
relativ in ml/kgKG	Anz.Def.	41	34	8	24
	$\bar{x}$	10,9	11,1	12,1	14,4
	s	± 1,4	± 1,6	± 1,4	± 2,1

36-45 Jährige		Gruppe I n=52	Gruppe II n=66	Gruppe III n=39	Gruppe IV n=26
absolut/ml	Anz.Def.	47	60	34	23
	$\bar{x}$	849,4	823,3	858,8	873,6
	s	±137,2	± 143,6	± 114,0	±167,5
relativ in ml/kgKG	Anz.Def.	47	60	34	23
	$\bar{x}$	11,0	11,1	12,2	12,6
	s	± 1,3	± 1,7	± 1,5	± 1,9

Tab.21.3. Vergleich bestimmter Meßwerte des Rune-EKG in den verschiedenen Trainingsgruppen. Statistische Auswertung nach dem U-Test: p-Werte

	25-35 Jährige						36-45 Jährige					
	I II	I III	I IV	II III	II IV	III IV	I II	I III	I IV	II III	II IV	III IV
HF/min	-	-	<0,001	-	<0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	-
P	-	-	<0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PQ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
QRS	-	<0,05	-	-	-	<0,05	-	-	-	-	-	-
QT	<0,01	<0,005	<0,001	-	<0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,005	<0,001	-
Winkel Alpha	<0,05	<0,05	<0,001	-	< -	-	-	-	-	-	-	-
$Sv_1 + Rv_5$	-	<0,05	<0,001	-	<0,05	-	<0,001	<0,001	<0,001	-	-	-
$Sv_5 + Rv_1$	-	-	<0,05	-	-	-	-	-	<0,05	-	<0,01	<0,005
OUP-V_1	<0,001	<0,001	<0,05	-	-	-	<0,001	<0,001	<0,005	-	-	-
OUP-V_5	-	-	<0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab.21.4. Altersvergleich bestimmter Meßwerte des Ruhe-EKG in den verschiedenen Trainingsgruppen
Statistische Auswertung nach dem U-Test: p-Werte

	25-36 J. ⟷ 36-45 J.			
	I I	II II	III III	IV IV
HF/min	-	-	<0,005	-
P	-	-	-	-
PQ	-	<0,05	-	-
QRS	-	<0,05	<0,05	<0,05
QT	-	<0,05	-	-
Winkel Alpha	-	<0,05	-	<0,05
$Sv_1 + Rv_5$	<0,05	-	-	-
$Sv_5 + Rv_1$	-	-	<0,05	-
$OUP-V_1$	-	<0,05	-	-
$OUP-V_6$	-	-	-	-

Tab.22. Ruhe - EKG: Absolute und relative Häufigkeit der Meßwerte über der Norm

25-35 Jährige	Gruppe I n=46	Gruppe II n=40	Gruppe III n= 8	Gruppe IV n=25
P > 0,10	11=23,9%	13=32,5%	6=75,0%	7=28,0%
PQ ≥0,20	3= 6,5%	2= 5,0%	2=25,0%	6=24,0%
QRS = 0,11	8=17,4%	9=22,5%	2=25,0%	3=12,0%
QRS > 0,12	3= 6,5%	2= 5,0%	2=25,0%	1= 4,0%
QRS ≥0,11	11=23,9%	11=27,5%	4=50,0%	4=16,0%
QT > 0,40	7=15,2%	9=22,5%	3=37,5%	19=76,0%
$Sv_1 + Rv_5$ >3,5mV	0	0	1=12,5%	3=12,0%
$Sv_5 + Rv_1$ >1,05mV	0	2= 5,0%	1=12,5%	3=12,0%
$OUP - V_1$ >0,03	9=19,6%	4=10,0%	0	5=20,0%
$OUP - V_6$ >0,05	1= 2,2%	3= 7,5%	1=12,5%	0

36-45 Jährige	Gruppe I n=52	Gruppe II n=68	Gruppe III n=39	Gruppe IV n=26
P >0,10	19=36,5%	26=38,2%	16=41,0%	11=42,3%
PQ ≥0,20	3= 5,8%	8=11,8%	9=23,1%	6=23,1%
QRS = 0,11	7=13,5%	4= 5,9%	4=10,3%	0
QRS ≥0,12	1= 2,0%	4= 5,9%	2= 5,1%	1= 3,8%
QRS ≥0,11	8=15,4%	8=11,8%	6=15,4%	1= 3,8%
QT >0,40	6=11,5%	18=26,4%	22=56,4%	16=61,5%
$Sv_1 + Rv_5$ >3,5mV	0	2= 2,9%	1= 2,6%	2= 7,7%
$Sv_5 + Rv_1$ >1,05mV	0	0	0	0
$OUP - V_1$ >0,03	15=28,8%	5= 7,4%	4=10,3%	3=11,5%
$OUP - V_6$ >0,05	3= 5,8%	6= 8,8%	4=10,3%	1= 3,8%

Tab.23. Absolute und relative Häufigkeit von Probanden mit Extrasystolen im Ruhe- EKG

Grp.	Anz.Def.	25-35 Jährige	Anz.Def.	36-45 Jährige
I	46	2 = 4,4%	52	7 = 13,5%
II	40	1 = 2,5%	68	1 = 1,5%
III	8	0 = 0 %	39	0 = 0 %
IV	25	1 = 4,0%	26	1 = 3,9%

Tab.25.3. Blutbild
Statistische Auswertung nach dem U-Test: p-Werte

	25-35 Jährige						36-45 Jährige					
	I II	I III	I IV	II III	II IV	III IV	I II	I III	I IV	II III	II IV	III IV
Leukozyten (Giga/l)	-	-	-	-	-	-	-	<0,05	-	<0,05	-	-
Erythrozyten (Tera/l)	-	-	-	-	<0,05	-	-	<0,005	-	-	-	-
Hämatokrit (Vol.%)	-	-	-	-	-	-	<0,005	<0,001	-	-	-	<0,005
Hämoglobin (mmol/l)	-	-	-	-	-	-	<0,05	<0,001	-	<0,05	-	<0,05
HbE (fmol/l)	<0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mittl Hb.Konz. =MCHC (mmol/l)	<0,05	-	<0,05	-	-	-	-	-	-	-	<0,05	<0,05
Mittl.Ery.-Vol. (Fl)	-	-	-	-	-	-	-	<0,05	-	-	-	-

Tab.27.3. Elektrolyte
Statistische Auswertung nach dem U-Test: p-Werte

	25-35 Jährige						36-45 Jährige					
	I II	I III	I IV	II III	II IV	III IV	I II	I III	I IV	II III	II IV	III IV
Kalium Lab. (mmol/l)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Natrium (mmol/l)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,05	<0,05	-
Calzium S12 (mmol/l)	-	-	-	-	-	-	<0,05	<0,01	-	-	-	-
Chlor (mmol/l)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,05	-
Phosphor (mmol/l)	<0,005	<0,05	<0,05	-	-	<0,05	<0,001	<0,01	<0,05	-	-	-

Tab. 28.1. Weitere Laborbefunde

25 - 35 Jährige		Gruppe I n = 46	Gruppe II n = 4o	Gruppe III n = 8	Gruppe IV n = 25	Gesamt n = 119
Kreatinin 25 - 11o mmol/l	Anz.Def.	46	4o	8	25	119
	x̄	92	89	88	88	9o
	s	± 12	± 14	± 21	± 16	± 14
Harnstoff 1,7 - 8,3 mmol/l	Anz.Def.	46	4o	8	25	119
	x̄	5,1	5,7	6,5	6,6	5,7
	s	± 1,2	± 1,2	± 2,3	± 1,3	± 1,4
Harnsäure 2o2 - 416 mmol/l	Anz.Def.	46	4o	7	25	118
	x̄	361	345	366	334	35o
	s	± 6o	± 59	± 51	± 6o	± 6o
Bilirubin ges. bis 17,1 mmol/l	Anz.Def.	46	4o	7	25	118
	x̄	15,3	14,7	17,o	15,6	15,3
	s	± 7,5	± 6,5	± 6,9	± 5,8	± 6,8
Serum-Eiweiß 65 - 8o g/l	Anz.Def.	46	4o	7	25	118
	x̄	74	77	76	76	76
	s	± 4	± 5	± 5	± 5	± 5
Serum-Albumin 5o7,15 - 724,5 mmol/l	Anz.Def.	46	4o	7	25	118
	x̄	829,73	823,22	775,71	756,4o	8o8,8o
	s	± 54,59	± 77,24	± 46,14	± 84,94	± 74,97
Cholesterin enzymatisch < 5,7 mmol/l	Anz.Def.	46	4o	7	25	118
	x̄	5,3	5,2	5,3	5,o	5,2
	s	± o,8	± 1,o	± o,8	± o,7	± o,8
Triglyzeride enzymatisch o,85- < 2,o mmol/l	Anz.Def.	46	4o	7	25	118
	x̄	1,4	1,33	o,64	o,96	1,23
	s	± o,6	± o,58	± o,13	± o,54	± o,59
Eisen 11 - 27 mmol/l	Anz.Def.	45	4o	7	25	117
	x̄	26,4	22,3	22,6	22,3	23,9
	s	± 9,1	± 8,6	± 8,4	± 7,8	± 8,8
Phosphatide 1,94 - 3,23 mmol/l	Anz.Def.	44	38	8	22	112
	x̄	2,97	2,7o	2,65	2,84	2,83
	s	± o,45	± o,6o	± o,64	± o,45	± o,53

Tab.28.2. Weitere Laborbefunde

36 - 45 Jährige		Gruppe I n = 52	Gruppe II n = 68	Gruppe III n = 39	Gruppe IV n = 26	Gesamt n = 185
Kreatinin 25 - 11o mmol/l	Anz.Def.	51	68	39	26	185
	x̄	89	88	86	87	88
	s	± 13	± 13	± 13	± 13	± 13
Harnstoff 1,7 - 8,3 mmol/l	Anz.Def.	51	68	39	26	185
	x̄	5,4	5,8	6,2	6,7	5,9
	s	± 1,5	± 1,4	± 1,4	± 1,7	± 1,5
Harnsäure 2o2 - 416 mmol/l	Anz.Def.	51	68	38	26	184
	x̄	346	344	331	323	339
	s	± 56	± 52	± 62	± 59	± 57
Bilirubin ges. bis 17,1 mmol/l	Anz.Def.	51	68	38	26	184
	x̄	12,8	16,2	15,2	13,7	14,7
	s	± 4,4	± 6,8	± 5,1	± 5,9	± 5,9
Serum-Eiweiß 65 - 8o g/l	Anz.Def.	51	68	38	26	183
	x̄	75	75	76	76	76
	s	± 4	± 5	± 4	± 5	± 5
Serum-Albumin 5o7,15 - 724,5 mmol/l	Anz.Def.	51	68	38	26	184
	x̄	815,68	77o,58	786,89	774,23	786,97
	s	± 71,78	± 52,56	± 58,47	± 72,23	± 64,75
Cholesterin enzymatisch <5,7 mmol/l	Anz.Def.	51	69	38	26	184
	x̄	5,6	5,5	5,8	5,9	5,6
	s	± 1,1	± 1,1	± 1,o	± o,9	± 1,o
Triglyzeride enzymatisch o,85 - < 2,o mmol/l	Anz.Def.	5o	68	38	25	182
	x̄	1,8	1,19	1,o4	1,oo	1,3o
	s	± 1,1	± o,61	± o,44	± o,47	± o,8o
Eisen 11 - 27 mmol/l	Anz.Def.	5o	68	36	26	181
	x̄	24,2	21,o	22,6	2o,8	22,2
	s	± 7,8	± 7,1	± 7,2	± 7,8	± 7,5
Phosphatide 1,94 - 3,23 mmol/l	Anz.Def.	5o	58	36	21	165
	x̄	3,o3	2,94	2,99	3,11	3,o1
	s	± o,51	± o,52	± o,45	± o,39	± o,49

Tab.28.3. Weitere Laborbefunde: Vergleich der Trainingsgruppen
Statistische Auswertung nach dem U-Test: p-Werte

	25-35 Jährige						36-45 Jährige					
	I II	I III	I IV	II III	II IV	III IV	I II	I III	I IV	II III	II IV	III IV
Kreatinin (mmol/l)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Harnstoff (mmol/l)	<0,05	-	<0,001	-	<0,01	-	-	<0,01	<0,001	-	<0,01	-
Harnsäure (mmol/l)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bilirubin ges. (mmol/l)	-	-	-	-	-	-	<0,01	<0,05	-	-	-	-
Serum-Ew. (g/l)	<0,005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Albumin (mmol/l)	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,005	-	<0,001	<0,01	<0,01	-	-	-
Cholest.Enz. (mmol/l/	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Triglyc.Enz. (mmol/l)	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,005	-	<0,005	<0,001	<0,001	-	-	-
Eisen (mmol/l)	-	-	-	-	-	-	<0,05	-	-	-	-	-
Phosphatide (mmol/l)	<0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab 28.4. Weitere Laborbefunde: Vergleich der zwei Altersklassen in den einzelnen Trainingsgruppen. Statistische Auswertung nach dem U-Test: p-Werte

	25-35 J. ⟷ 36-45 J.			
	I I	II II	III III	IV IV
Kreatinin (mmol/l)	-	-	-	-
Harnstoff (mmol/l)	-	-	-	-
Harnsäure (mmol/l)	-	-	-	-
Bilirubin ges. (mmol/l)	-	-	-	-
Serum-Ew. (g/l)	-	-	-	-
Albumin (mmol/l)	-	<0,001	-	-
Cholest.Enz. (mmol/l)	-	-	-	<0,001
Triglyc.Enz. (mmol/l)	-	-	<0,005	-
Eisen (mmol/l)	-	-	-	-
Phosphatide (mmol/l)	-	-	-	<0,01

Tab.30.1. Maximale kardiopulmonale Meßwerte bei Laufbandbelastung mit 5% Steigung

25 - 35 Jährige		Gruppe I n = 46	Gruppe II n = 4o	Gruppe III n = 8	Gruppe IV n = 25	Gesamt n = 119
max. HF/min.	Anz.Def.	46	39	8	25	118
	$\bar{x}$	189	191	188	184	189
	s	± 8	± 8	± 1o	± 9	± 9
max.RR syst. (1 min.nach Bel.) mmHg	Anz.Def.	45	38	8	25	116
	$\bar{x}$	185	174	177	185	181
	s	± 22	± 3o	± 25	± 34	± 28
max.RR diast. (1 min. n.Bel.) mmHg	Anz.Def.	46	39	8	25	118
	$\bar{x}$	62	62	73	69	64
	s	± 12	± 14	± 7	± 15	± 13
max. AMV l/min.	Anz.Def.	46	39	8	25	118
	$\bar{x}$	117,2	136,3	136,8	149,8	131,7
	s	± 22,o	± 16,6	± 1o,5	± 15,2	± 22,2
max.AMV ml/minxkg	Anz.Def.	46	39	8	25	118
	$\bar{x}$	1535	1797	2o13	2192	1793
	s	± 244	± 288	± 181	± 241	± 357
max.$\dot{V}O_2$ l/min.	Anz.Def.	46	39	8	25	118
	$\bar{x}$	3,35	3,88	4,o2	4,42	3,8o
	s	± o,55	± o,48	± o,26	± o,47	± o,64
max. $\dot{V}O_2$ ml/minxkg	Anz.Def.	46	39	8	25	118
	$\bar{x}$	44,6	51,9	6o,3	65,8	52,6
	s	± 6,2	± 6,o	± 5,1	± 6,7	± 1o,2
max.O_2-Puls ml	Anz.Def.	46	38	8	23	115
	$\bar{x}$	17,8	2o,6	21,7	23,9	2o,2
	s	± 3,o	± 2,9	± 1,5	± 2,2	± 3,6
max.O_2-Puls ml/kg	Anz.Def.	46	38	8	23	115
	$\bar{x}$	o,24	o,27	o,32	o,35	o,28
	s	± o,o3	± o,o3	± o,o3	± o,o3	± o,o6
max. AF 1/min	Anz.Def.	44	37	8	25	114
	$\bar{x}$	44	52	51	57	5o
	s	± 7	± 7	± 5	± 5	± 9
max.AAeq-O_2	Anz.Def.	44	38	8	25	115
	$\bar{x}$	36,o	35,9	34,6	34,4	35,3
	s	± 4,1	± 3,3	± 2,8	± 3,1	± 3,6
max. AAeq-CO_2	Anz.Def.	46	39	8	25	118
	$\bar{x}$	33,2	35,1	36,2	34,6	34,4
	s	± 3,9	± 4,2	± 3,6	± 3,7	± 4,o
max. RQ	Anz.Def.	46	39	8	25	118
	$\bar{x}$	1,1o	1,o6	1,oo	1,o2	1,o6
	s	± o,o7	± 1,o5	± o,o7	± o,o7	± o,o7

Tab.30.2. Maximale kardiopulmonale Meßwerte bei Laufbandbelastung mit 5% Steigung

36 - 45 Jährige		Gruppe I n = 52	Gruppe II n = 68	Gruppe III n = 39	Gruppe IV n = 26	Gesamt n = 185
max. Hf/Min.	Anz.Def.	5o	67	39	25	181
	$\bar{x}$	185	182	181	182	182
	s	± 9	± 9	± 9	± 1o	± 9
max.RR syst. (1 min.n.Bel.) mmHg	Anz.Def.	5o	66	36	25	177
	$\bar{x}$	188	193	198	198	193
	s	± 27	± 3o	± 28	± 27	± 29
max.RR diast. (1 min.n.Bel.) mmHg	Anz.Def.	5o	68	39	22	182
	$\bar{x}$	73	75	76	71	74
	s	± 14	± 17	± 11	± 17	± 15
max. AMV l/min.	Anz.Def.	49	67	39	25	18o
	$\bar{x}$	116,3	125,4	129,1	138,1	125,5
	s	± 21,5	± 17,3	± 19,o	± 2o,o	± 2o,4
max.AMV ml/minxkg	Anz.Def.	49	67	39	25	18o
	$\bar{x}$	1474	1664	18o5	1944	1682
	s	± 294	± 257	± 251	± 297	± 313
max. $\dot{V}O_2$ l/min.	Anz.Def.	49	67	39	25	18o
	$\bar{x}$	3,37	3,65	3,82	4,oo	3,66
	s	± o,53	± o,47	± o,44	± o,48	± o,52
max. $\dot{V}O_2$ ml/minxkg	Anz.Def.	49	67	39	25	18o
	$\bar{x}$	43,9	49,o	54,2	57,1	49,9
	s	± 7,7	± 5,6	± 4,7	± 7,1	± 7,7
max.O_2-Puls ml	Anz.Def.	48	65	38	25	176
	$\bar{x}$	18,6	2o,5	21,7	22,5	2o,5
	s	± 2,5	± 3,3	± 3,o	± 3,2	± 3,3
max.O_2-Puls ml/kg	Anz.Def.	48	65	38	25	176
	$\bar{x}$	o,24	o,27	o,31	o,32	o,28
	s	± o,o4	± o,o4	± o,o3	± o,o4	± o,o5
max. AF 1/min.	Anz.Def.	5o	66	39	25	18o
	$\bar{x}$	44	44	48	5o	46
	s	± 6	± 8	± 11	± 5	± 8
max. AAeq-O_2	Anz.Def.	44	64	37	25	17o
	$\bar{x}$	34,6	34,8	34,4	35,1	34,7
	s	± 3,8	± 3,9	± 4,o	± 3,8	± 3,8
max. AAeq-CO_2	Anz.Def.	5o	67	39	25	181
	$\bar{x}$	33,6	34,5	34,9	36,5	34,6
	s	± 4,7	± 4,2	± 4,2	± 3,7	± 4,3
max. RQ	Anz.Def.	49	66	39	24	178
	$\bar{x}$	1,o8	1,o6	1,o5	1,o3	1,o6
	s	± o,o6	± o,o7	± o,o7	± o,o6	± o,o7

Tab.30.3. Maximale kardiopulmonale Meßwerte bei Laufbandbelastung mit 5% Steigung: Vergleich der Trainingsgruppen
Statistische Auswertung nach dem U-Test: p-Werte

	25-36 Jährige						36-45 Jährige					
	I II	I III	I IV	II III	II IV	III IV	I II	I III	I IV	II III	II IV	III IV
max.HF (1 min)	-	-	<0,05	-	<0,005	-	<0,05	-	-	-	-	-
max.RRsyst. (1' nach Bel.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
max.RRdiast. (1' nach Bel.)	-	<0,005	<0,05	<0,05	-	-	-	-	-	-	-	-
max.AMV (l/min)	<0,001	<0,05	<0,001	-	<0,005	<0,05	<0,05	<0,01	<0,001	-	<0,05	
max.AMV (ml/min x kg)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,01	<0,001	<0,05
max.$\dot{V}O_2$ (l/min)	<0,001	<0,005	<0,001	-	<0,001	<0,05	<0,05	<0,001	<0,001	-	<0,01	-
max.$\dot{V}O_2$ (ml/min x kg)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001	<0,05	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-
max.O_2-Puls (ml)	<0,001	<0,005	<0,001	-	<0,001	<0,05	<0,005	<0,001	<0,001	-	<0,01	-
max.O_2-Puls (ml/kg)	<0,001	<0,001	<0,001	< 0,001	<0,001	<0,05	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-
max.AF bei Bel.1'	<0,001	<0,005	<0,001	-	<0,001	<0,005	-	-	<0,001	<0,05	<0,001	-
max.AAeq-O_2 bei Bel.	-	-	-	-	<0,05	-	-	-	-	-	-	-
max.AAeq-CO_2 bei Bel.	<0,05	-	-	-	-	-	-	<0,05	<0,05	-	-	-
max.RQ bei Bel.	<0,05	<0,005	<0,001	<0,05	-	-	-	<0,05	<0,05	-	-	-

Tab.30.4. Maximale kardiopulmonale Meßwerte bei Laufbandbelastung mit 5% Steigung: Vergleich der zwei Alterklassen in den einzelnen Trainingsgruppen
Statistische Auswertung nach dem U-Test: p-Werte

	25-35 J. ⟷ 36-45 J.			
	I I	II II	III III	IV IV
max.HF (1 min)	<0,05	<0,001	<0,05	-
max.RRsyst. (1' nach Bel.)	-	<0,005	-	-
max.RRdiast. (1' nach Bel.)	<0,001	<0,001	-	-
max.$\dot{V}$MV (l/min)	-	<0,01	-	<0,01
max.AMV (ml/min x kg)	-	<0,05	<0,05	<0,05
max.$\dot{V}O_2$ (l/min)	-	-	-	<0,05
max.$\dot{V}O_2$ (ml/min x kg)	-	<0,05	<0,01	<0,001

	25-35 J. ⟷ 36-45 J.			
	I I	II II	III III	IV IV
max.O_2-Puls (ml)	-	-	-	-
max.O_2-Puls (ml/kg)	-	-	-	<0,005
max.AF bei Bel.1'	-	<0,001	-	<0,001
max.AAeq-O_2 bei Bel.	-	-	-	-
max.AAeq-CO_2 bei Bel.	-	-	-	-
max.RQ bei Bel.	-	-	-	-

Tab.31.1. Die minimalen Belastungswerte für AAeq-O_2, AAeq-CO_2 und RQ mit den simultan erhobenen Werten HF/min, $\dot{V}O_2$(l/min), $\dot{V}O_2$ (ml/min x kg) und AMV(l/min) bei Laufbandbelastung mit 5% Steigung

25-35 Jährige		Gruppe I n=46	Gruppe II n=40	Gruppe III n= 8	Gruppe IV n=25	Gesamt n=119
mini.AAeq-O_2 bei Bel.	Anz.Def.	46	40	8	25	119
	$\bar{x}$	22,6	22,9	23,0	21,6	22,5
	s	±2,8	±3,1	±3,2	±2,4	±2,9
HF/min.bei AAeq-O_2mini.	Anz.Def.	46	40	8	25	119
	$\bar{x}$	128	139	140	129	133
	s	±17	±17	±16	±11	±16
$\dot{V}O_2$(l/min) bei AAeq-O_2 mini.	Anz.Def.	46	40	8	25	119
	$\bar{x}$	1,81	2.32	2,26	2,37	2,13
	s	±0,33	±0,53	±0,48	±0,35	±0,48
$\dot{V}O_2$ (ml/min×kg) bei AAeq-O_2mini.	Anz.Def.	46	40	8	25	119
	$\bar{x}$	23,8	31,0	33,6	35,0	29,2
	s	± 3,3	±7,8	± 7,1	± 5,0	± 7,3
AMV(l/min) bei AAeq-O_2 mini.	Anz.Def.	46	39	8	25	118
	$\bar{x}$	40,6	51,4	52,9	51,1	47,3
	s	± 8,3	±13,7	±17,1	± 8,0	±12,1
mini. AAeq-CO_2	Anz.Def.	45	39	8	25	117
	$\bar{x}$	28,0	28,0	30,8	29,4	28,8
	s	± 2,7	± 3,6	± 3,4	± 3,3	± 3,3
HF/min.bei AAeq-CO_2 mini.	Anz.Def.	45	39	8	25	117
	$\bar{x}$	154	158	156	153	155
	s	± 23	± 20	± 16	± 18	± 21
$\dot{V}O_2$(l/min) bei AAeq-CO_2 mini.	Anz.Def.	45	39	8	25	117
	$\bar{x}$	2,41	2,83	2,88	3,17	2,75
	s	±0,61	±0,75	±0,42	±0,49	±0,68
AMV(l/min) bei AAeq-CO_2 mini.	Anz.Def.	45	39	8	25	117
	$\bar{x}$	63,3	77,4	76,9	79,6	72,4
	s	±18,9	±27,3	±22,5	±14,7	±22,5
mini.RQ bei Bel.	Anz.Def.	46	40	8	25	119
	$\bar{x}$	0,72	0,72	0,66	0,65	0,70
	s	±0,08	±0,08	±0,12	±0,07	±0,08
HF bei mini. RQ	Anz.Def.	46	40	8	25	119
	$\bar{x}$	126	138	139	129	132
	s	± 16	± 16	± 14	± 11	± 16
$\dot{V}O_2$(l/min) bei RQ mini.	Anz.Def.	46	40	8	25	119
	$\bar{x}$	1,57	1,97	2,16	2,21	1,88
	s	±0,33	±0,53	±0,53	±0,37	±0,49
$\dot{V}O_2$(ml/min×kg) bei RQ mini.	Anz.Def.	46	40	8	25	119
	$\bar{x}$	20,7	26,3	32,1	32,6	25,9
	s	± 3,9	±7,7	± 5,3	± 5,8	± 7,5
AMV(l/min) bei RQ mini.	Anz.Def.	46	40	8	25	119
	$\bar{x}$	36,3	46,7	50,9	48,5	43,3
	s	± 7,7	±15,3	±15,0	± 8,1	±12,6

Tab.31.2. Die minimalen Meßwerte für AAeq-O_2, AAeq-CO_2 und RQ mit den simultan erhobenen Werten HF/min, $\dot{V}O_2$(l/min), $\dot{V}O_2$(l/min x kg) und AMV (l/min) bei Laufbandbelastung mit 5% Steigung

36-45 Jahrige		Gruppe I n=52	Gruppe II n=68	Gruppe III n=39	Gruppe IV n=26	Gesamt n=185
mini.AAeq-O_2 bei Bel.	Anz.Def.	50	68	38	25	182
	$\bar{x}$	23,2	22,5	22,6	24,0	22,9
	s	± 3,3	± 2,4	± 2,4	± 3,1	± 2,8
HF/min.bei AAeq-O_2mini.	Anz.Def.	50	68	38	25	182
	$\bar{x}$	130	134	138	140	135
	s	± 15	± 17	± 15	± 15	± 16
$\dot{V}O_2$(l/min) bei AAeq-O_2 mini.	Anz.Def.	50	68	38	25	182
	$\bar{x}$	1,94	2,30	2,45	2,59	2,27
	s	±0,34	±0,46	±0,45	±0,43	±0,48
$\dot{V}O_2$(ml/min×kg) bei AAeq-O_2mini.	Anz.Def.	50	68	38	25	182
	$\bar{x}$	25,0	30,8	34,5	36,7	30,8
	s	± 5,0	± 6,0	± 5,4	± 5,2	± 6,9
AMV(l/min)bei AAeq-O_2mini.	Anz.Def.	50	68	38	25	182
	$\bar{x}$	45,0	50,0	55,6	61,8	51,4
	s	±10,4	±13,1	±13,4	±13,3	±13,6
mini.AAeq-CO_2 bei Bel.	Anz.Def.	48	67	38	25	178
	$\bar{x}$	28,4	28,8	29,2	31,0	29,1
	s	± 3,1	± 3,0	± 3,3	± 3,4	± 3,2
HF/min.bei AAeq-CO_2 mini.	Anz.Def.	50	67	36	25	180
	$\bar{x}$	148	152	153	156	152
	s	± 22	± 17	± 16	± 20	± 18
$\dot{V}O_2$(l/min) bei AAeq-CO_2 mini.	Anz.Def.	50	67	38	25	180
	$\bar{x}$	2,39	2,78	2,89	3,20	2,75
	s	±0,51	±0,62	± 0,58	±0,71	±0,65
AMV(l/min) bei AAeq-CO_2 mini	Anz.Def.	50	67	38	25	180
	$\bar{x}$	64,2	73,6	76,7	88,7	73,8
	s	±15,7	±20,3	± 18,6	±32,5	±22,2
mini.RQ bei Bel.	Anz.Def.	50	68	39	25	183
	$\bar{x}$	0,72	0,70	0,70	0,70	0,71
	s	±0,07	±0,07	± 0,09	±0,07	±0,08
HF bei mini. RQ	Anz.Def.	50	68	39	25	183
	$\bar{x}$	129	132	135	138	133
	s	± 15	± 16	± 14	± 14	± 15
$\dot{V}O_2$(l/min) bei RQ mini.	Anz.Def.	50	68	39	25	183
	$\bar{x}$	1,67	1,96	2,19	2,38	1,99
	s	±0,44	±0,54	± 0,63	±0,51	±0,58
$\dot{V}O_2$(ml/min×kg) bei RQ mini.	Anz.Def.	50	68	39	25	183
	$\bar{x}$	21,3	25,9	30,5	33,6	26,7
	s	± 5,9	± 6,6	± 7,9	± 6,2	± 7,6
AMV(l/min) bei RQ mini.	Anz.Def.	50	68	39	25	183
	$\bar{x}$	41,8	44,9	50,8	57,8	47,1
	s	±15,1	±12,5	±16,3	±14,8	±15,2

Tab.31.3. Die minimalen Belastungswerte für AAeq-O_2, AAeq-CO_2 und RQ mit den simultan erhobenen Werten HF/min, $\dot{V}O_2$(l/min), $\dot{V}O_2$(ml/min x kg) und AMV(l/min) bei Laufbandbelastung mit 5% Steigung: Vergleich der Trainingsgruppen
Statistische Auswertung nach dem U-Test: p-Werte

	25-35 Jährige						36-45 Jährige					
	I II	I III	I IV	II III	II IV	III IV	I II	I III	I IV	II III	II IV	III IV
mini.AAeq-O_2 bei Bel.	-	-	-	-	<0,05	-	-	-	-	-	<0,05	-
HF/min.bei AAeq-O_2mini.	<0,005	-	-	-	<0,005	-	<0,05	<0,005	<0,01	-	-	-
$\dot{V}O_2$(l/min) bei AAeq-O_2 mini.	<0,001	<0,05	<0,001	-	-	-	<0,001	<0,001	<0,001	-	<0,01	-
$\dot{V}O_2$(ml/min xkg) bei AAeq-O_2mini	<0,001	<0,001	<0,001	-	<0,05	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,005	<0,001	-
AMV(l/min) bei AAeq-O_2 mini.	<0,001	-	<0,001	-	-	-	<0,05	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001	-
mini.AAeq-CO_2	-	<0,05	-	-	-	-	-	-	<0,001	-	<0,05	-
HF/min. bei AAeq-CO_2 mini.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$\dot{V}O_2$ (l/min) bei AAeq-CO_2 mini.	<0,05	<0,05	<0,001	-	<0,05	-	<0,001	<0,001	<0,001	-	<0,01	-
AMV(l/min) bei AAeq-CO_2 mini.	<0,05	-	<0,001	-	-	-	<0,01	<0,05	<0,001	-	-	-
mini.RQ bei Bel.	-	-	<0,001	-	<0,001	-	-	-	-	-	-	-
HF bei mini.RQ	<0,001	<0,05	-	-	<0,01	-	-	<0,05	<0,05	-	-	-
$\dot{V}O_2$(l/min) bei RQ mini.	<0,001	<0,001	<0,001	-	<0,001	-	<0,005	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001	-
$\dot{V}O_2$(ml/min xkg) bei RQ mini.	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,005	<0,001	-
AMV(l/min) bei RQ mini.	<0,001	<0,005	<0,001	-	-	-	<0,05	<0,005	<0,001	-	<0,001	-

Tab.31.4. Die minimalen Belastungswerte für AAeq-O_2, AAeq-CO_2 und RQ mit den simultan erhobenen Werten HF/min, $\dot{V}O_2$(l/min), $\dot{V}O_2$(ml/min x kg) und AMV(l/min) bei Laufbandbelastung mit 5% Steigung: Vergleich der zwei Altersklassen in den Trainingsgruppen
Statistische Auswertung nach dem U-Test: p-Werte

	25-35 J. — 36-45 J.			
	I I	II II	III III	IV IV
mini.AAeq-O_2 bei Bel.	-	-	-	<0,005
HF/min.bei AAeq-O_2mini.	-	-	-	<0,01
$\dot{V}O_2$(l/min) bei AAeq-O_2 mini.	-	-	-	-
$\dot{V}O_2$(ml/min xkg) bei AAeq-O_2mini	-	-	-	-
AMV(l/min) bei AAeq-O_2 mini.	-	-	-	<0,01
mini.AAeq-CO_2	-	-	-	-
HF/min. bei AAeq-CO_2 mini.	-	-	-	-

	25-35 J. — 36-45 J.			
	I I	II II	III III	IV IV
$\dot{V}O_2$ (l/min) bei AAeq-CO_2 mini.	-	-	-	-
AMV(l/min) bei AAeq-CO_2 mini.	-	-	-	-
mini.RQ bei Bel.	-	-	-	-
HF bei mini.RQ	-	-	-	<0,05
$\dot{V}O_2$(l/min) bei RQ mini.	-	-	-	-
$\dot{V}O_2$(ml/min xkg) bei RQ mini.	-	-	-	-
AMV(l/min) bei RQ mini.	-	-	-	<0,05

Tab.32.2. Minimale Atemfrequenz bei Laufbandbelastung mit 5% Steigung: Vergleich der Trainingsgruppen
Statistische Auswertung nach dem U-Test: p-Werte

	25-35 Jährige						36-45 Jährige					
	I II	I III	I IV	II III	II IV	III IV	I II	I III	I IV	II III	II IV	III IV
mini. AF bei Belastung	<0,05	-	<0,005	-	-	-	<0,01	<0,005	<0,001	-	<0,005	<0,05

Tab.33.1. Absolute $\dot{V}O_2$ (l/min) bei Ruhe und Laufbandbelastung mit 5% Steigung

25 - 35 Jährige		Gruppe I n = 46 0 TE/Wo	Gruppe II n = 4o >0<2 TE/Wo	Gruppe III n = 8 >2<4 TE/Wo	Gruppe IV n = 25 ≥4 TE/Wo	Gesamt n = 119
Ruhe	Anz.Def.	45	4o	8	22	115
	$\bar{x}$	o,28	o,32	o,38	o,32	o,31
	s	± o,o8	± o,o8	± o,o5	± o,o6	± o,o8
3 min. 6 km/h	Anz.Def.	43	14	2	1	6o
	$\bar{x}$	1,81	1,73	1,82	2,26	1,8o
	s	± o,31	± o,33	± o,33	± o,oo	± o,32
3 min. 8 km/h	Anz.Def.	45	4o	8	24	117
	$\bar{x}$	2,61	2,61	2,55	2,41	2,57
	s	± o,42	± o,4o	± o,31	± o,28	± o,38
3 min. 1o km/h	Anz.Def.	41	39	8	22	11o
	$\bar{x}$	2,91	3,1o	2,87	2,7o	2,93
	s	± o,61	± o,49	± o,22	± o,56	± o,55
3 min. 12 km/h	Anz.Def.	15	37	8	23	83
	$\bar{x}$	3,37	3,43	3,22	3,21	3,34
	s	± o,43	± o,42	± o,32	± o,3o	± o,39
3 min. 14 km/h	Anz.Def.	2	17	8	23	5o
	$\bar{x}$	3,32	3,8o	3,64	3,65	3,69
	s	± o,48	± o,44	± o,33	± o,37	± o,39
3 min. 16 km/h	Anz.Def.	0	4	4	21	29
	$\bar{x}$		4,36	3,98	4,o8	4,11
	s		± o,78	± o,27	± o,38	± o,43
3 min. 18 km/h	Anz.Def.	0	0	2	16	18
	$\bar{x}$			4,14	4,41	4,38
	s			± o,o4	± o,44	± o,42
3 min. 2o km/h	Anz.Def.	0	0	1	7	8
	$\bar{x}$			3,74	4,63	4,52
	s			± o,oo	± o,67	± o,69

Tab.33.2. Absolute $\dot{V}O_2$(l/min) vor und bei Laufbandbelastung mit 5% Steigung

36 - 45 Jährige		Gruppe I n = 52 0 TE/Wo	Gruppe II n = 68 >0≤2 TE/Wo	Gruppe III n = 39 >2≤4 TE/Wo	Gruppe IV n = 26 ≥4 TE/Wo	Gesamt n = 185
Ruhe	Anz.Def.	51	67	36	25	179
	x̄	0,28	0,3o	0,3o	0,34	0,3o
	s	± o,o6	± o,o8	± o,o5	± o,1o	± o,o7
3 min. 6 km/h	Anz.Def.	44	16	4	1	65
	x̄	1,92	1,75	1,84	1,97	1,88
	s	± o,21	± o,21	± o,17	± o,oo	± o,22
3 min. 8 km/h	Anz.Def.	47	62	34	24	167
	x̄	2,66	2,52	2,6o	2,56	2,58
	s	± o,31	± o,41	± o,3o	± o,45	± o,37
3 min. 1o km/h	Anz.Def.	35	65	35	25	16o
	x̄	3,o4	3,o2	2,96	2,99	3,o1
	s	± o,33	± o,46	± o,24	± o,41	± o,38
3 min. 12 km/h	Anz.Def.	22	53	34	24	133
	x̄	3,37	3,37	3,31	3,32	3,35
	s	± o,36	± o,41	± o,26	± o,37	± o,36
3 min. 14 km/h	Anz.Def.	3	25	29	21	78
	x̄	3,75	3,67	3,78	3,72	3,72
	s	± o,18	± o,38	± o,31	± o,36	± o,34
3 min. 16 km/h	Anz.Def.	1	3	5	1o	19
	x̄	4,17	3,71	3,92	4,12	4,oo
	s	± o,oo	± o,33	± o,36	± o,38	± o,37
3 min. 18 km/h	Anz.Def.	0	0	0	2	2
	x̄				4,35	4,35
	s				± o,o7	± o,o7
3 min. 2o km/h	Anz.Def.	0	0	0	1	1
	x̄				4,28	4,28
	s				± o,oo	± o,oo

Tab.33.3. Absolute $\dot{V}O_2$(l/min) vor und bei Laufbandbelastung mit 5% Steigung: Vergleich der Trainingsgruppen
Statistische Auswertung nach dem U-Test: p-Werte

	25-35 Jährige						36-45 Jährige					
	I II	I III	I IV	II III	II IV	III IV	I II	I III	I IV	II III	II IV	III IV
$\dot{V}O_2$(l/min) in Ruhe	<0,005	<0,001	<0,01	<0,05	-	<0,05	-	-	<0,05	-	-	-
$\dot{V}O_2$(l/min) 3' 6 km/h	-	-	-	-	-	-	<0,01	-	-	-	-	-
$\dot{V}O_2$(l/min) 3' 8 km/h	-	-	<0,01	-	<0,05	-	<0,05	-	-	-	-	-
$\dot{V}O_2$(l/min) 3' 10 km/h	-	-	-	-	<0,05	-	-	-	-	-	-	-
$\dot{V}O_2$(l/min) 3' 12 km/h	-	-	-	-	<0,05	-	-	-	-	-	-	-
$\dot{V}O_2$(l/min) 3' 14 km/h	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$\dot{V}O_2$(l/min) 3' 16 km/h	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$\dot{V}O_2$(l/min) 3' 18 km/h	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$\dot{V}O_2$(l/min) 3' 20 km/h	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab.34.1. Relative $\dot{V}O_2$(ml/min x kgKG) vor und bei Laufbandbelastung mit 5% Steigung

25 - 35 Jährige		Gruppe I n = 46 0 TE/Wo	Gruppe II n = 4o >0≥2 TE/Wo	Gruppe III n = 8 >2<4 TE/Wo	Gruppe IV n = 25 ≥ 4 TE/Wo	Gesamt n = 119
Ruhe	Anz.Def.	45	4o	8	22	115
	$\bar{x}$	3,36	3,85	5,25	4,46	3,87
	s	± o,91	± 1,21	± o,71	± o,96	± 1,15
3 min. 6 km/h	Anz.Def.	43	14	2	1	6o
	$\bar{x}$	23,98	22,29	27,oo	33,oo	23,83
	s	± 3,65	± 3,75	± 5,66	± o,oo	± 3,93
3 min. 8 km/h	Anz.Def.	45	4o	8	24	117
	$\bar{x}$	34,71	34,7o	37,88	35,38	35,o6
	s	± 4,o4	± 3,88	± 4,36	± 3,31	± 3,9o
3 min. 1o km/h	Anz.Def.	41	39	8	22	11o
	$\bar{x}$	39,o2	41,39	42,75	39,36	4o,2o
	s	± 7,11	± 4,o9	± 2,82	± 7,46	± 6,1o
3 min. 12 km/h	Anz.Def.	15	37	8	23	83
	$\bar{x}$	44,33	46,78	47,88	47,oo	46,51
	s	± 4,3a	± 3,84	± 4,4o	± 3,25	± 3,91
3 min. 14 km/h	Anz.Def.	2	17	8	23	5o
	$\bar{x}$	47,5o	52,71	54,25	53,78	53,24
	s	± 7,79	± 3,48	± 4,13	± 3,32	± 3,78
3 min. 16 km/h	Anz.Def.	0	4	4	21	29
	$\bar{x}$		59,75	59,oo	6o,62	6o,28
	s		± 2,75	± 3,37	± 3,64	± 3,44
3 min. 18 km/h	Anz.Def.	0	0	2	16	18
	$\bar{x}$			63,5o	66,o6	65,78
	s			± 4,95	± 4,75	+ 4,7o
3 min. 2o km/h	Anz.Def.	0	0	1	7	8
	$\bar{x}$			6o,oo	67,57	66,63
	s			± o,oo	± 8,52	± 8,33

Tab.34.2. Relative $\dot{V}O_2$ (ml/min x kg KG) vor und bei Laufbandbelastung mit 5% Steigung

36 - 45 Jährige		Gruppe I n = 52 0 TE/Wo	Gruppe II n = 68 >0 ≤2 TE/Wo	Gruppe III n = 39 >2<4 TE/Wo	Gruppe IV n = 26 ≥4 TE/Wo	Gesamt n = 185
Ruhe	Anz.Def.	51	67	36	25	179
	$\bar{x}$	3,12	3,54	3,86	4,48	3,62
	s	± 0,91	± 1,11	± 0,68	± 1,64	± 1,12
3 min. 6 km/h	Anz.Def.	44	16	4	1	65
	$\bar{x}$	24,16	23,31	26,25	33,00	24,22
	s	± 2,79	± 2,96	± 3,30	± 0,00	± 3,08
3 min. 8 km/h	Anz.Def.	47	62	34	24	167
	$\bar{x}$	33,96	33,65	36,53	36,67	34,75
	s	± 3,28	± 3,86	± 3,61	± 6,10	± 4,25
3 min. 10 km/h	Anz.Def.	35	65	35	25	160
	$\bar{x}$	39,77	40,35	41,66	42,64	40,87
	s	± 3,10	± 4,23	± 3,17	± 5,74	± 4,17
3 min. 12 km/h	Anz.Def.	22	53	34	24	133
	$\bar{x}$	45,36	45,53	46,77	47,54	46,18
	s	± 4,16	± 4,01	± 2,98	± 6,07	± 4,30
3 min. 14 km/h	Anz.Def.	3	25	29	21	78
	$\bar{x}$	56,00	50,88	52,52	53,24	52,32
	s	± 1,73	± 3,81	± 3,41	± 6,38	± 4,57
3 min. 16 km/h	Anz.Def.	1	3	5	10	19
	$\bar{x}$	60,00	52,33	53,80	57,70	55,95
	s	± 0,00	± 5,03	± 5,89	± 4,08	± 4,99
3 min. 18 km/h	Anz.Def.	0	0	0	2	2
	$\bar{x}$				66,00	66,00
	s				± 1,41	± 1,41
3 min. 20 km/h	Anz.Def.	0	0	0	1	1
	$\bar{x}$				56,00	56,00
	s				± 0,00	± 0,00

Tab.34.3. Relative $\dot{V}O_2$ (ml/min x kg KG) in Ruhe und bei Laufbandbelastung mit 5% Steigung: Vergleich der Trainingsgruppen
Statistische Auswertung nach dem U-Test: p-Werte

	25-35 Jährige						36-45 Jährige					
	I II	I III	I IV	II III	II IV	III IV	I II	I III	I IV	II III	II IV	III IV
Ruhe	<0,01	<0,001	<0,001	<0,005	-	<0,01	<0,005	<0,001	<0,001	-	<0,05	-
3' 6 km/h	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3' 8 km/h	-	-	-	<0,05	-	-	-	<0,005	-	<0,001	-	-
3' 10 km/h	-	-	-	-	-	-	-	<0,05	-	-	-	-
3' 12 km/h	-	-	<0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3' 14 km/h	-	-	-	-	-	-	<0,05	-	-	-	-	-
3' 16 km/h	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3' 18 km/h	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3' 20 km/h	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab.35.1. Laktat (mmol/l) in Ruhe und bei Laufbandbelastung mit 5% Steigung

25 - 35 Jährige		Gruppe I n = 46	Gruppe II n = 4o	Gruppe III n = 8	Gruppe IV n = 25	Gesamt n = 119
Ruhe	Anz.Def.	45	4o	7	24	116
	$\bar{x}$	1,24	1,46	1,48	1,3o	1,34
	s	± o,32	± o,42	± o,7o	± o,43	± o,42
3 Min. 6 km/h	Anz.Def.	42	12	2	1	57
	$\bar{x}$	2,7o	2,41	1,96	1,oo	2,59
	s	± o,78	± o,7o	± o,22	± o,oo	± o,79
3 min. 8 km/h	Anz.Def.	43	36	6	24	1o9
	$\bar{x}$	4,73	4,26	3,o5	2,o4	3,89
	s	± 1,64	± 1,94	± 1,29	± o,61	± 1,88
3 min. 1o km/h	Anz.Def.	35	36	7	23	1o1
	$\bar{x}$	6,6o	5,41	3,42	2,61	5,o5
	s	± 1,72	± 2,24	± 1,3o	± o,91	± 2,35
3 min. 12 km/h	Anz.Def.	14	29	7	24	74
	$\bar{x}$	7,14	6,3o	4,31	3,27	5,28
	s	± 3,13	± 2,69	± 1,9o	± 1,62	± 2,85
3 min. 14 km/h	Anz.Def.	0	1o	4	19	33
	$\bar{x}$		6,22	4,5o	3,27	4,31
	s		± 2,23	± 2,86	± 1,45	± 2,27
3 min. 16 km/h	Anz.Def.	0	0	3	11	14
	$\bar{x}$			4,78	4,75	4,76
	s			± 3,15	± 2,o3	± 2,17
3 min. 18 km/h	Anz.Def.	0	0	0	3	3
	$\bar{x}$				5,29	5,29
	s				± 1,88	± 1,88
Erholungswerte:		Gruppe I n = 46	Gruppe II n = 4o	Gruppe III n = 8	Gruppe IV n = 25	Gesamt n = 119
+ 1 min.	Anz.Def.	46	39	7	25	117
	$\bar{x}$	1o,12	1o,43	8,67	8,43	9,77
	s	± 1,96	± 2,38	± 2,oo	±1,65	± 2,18
+ 3 min.	Anz.Def.	46	39	7	25	117
	$\bar{x}$	1o,37	1o,98	8,93	8,69	1o,13
	s	± 2,o9	± 2,49	± 2,57	±1,96	± 2,38

Tab.35.2. Laktat (mmol/l) in Ruhe und bei Laufbandbelastung mit 5% Steigung

36 - 45 Jährige		Gruppe I n = 52	Gruppe II n = 68	Gruppe III n = 39	Gruppe IV n = 26	Gesamt n = 185
Ruhe	Anz.Def.	44	64	37	24	169
	$\bar{x}$	1,29	1,36	1,55	1,42	1,39
	s	± o,35	± o,44	± o,5o	± o,48	± o,44
3 min. 6 km/h	Anz.Def.	37	13	5	1	56
	$\bar{x}$	2,62	2,38	1,71	2,88	2,48
	s	± o,72	± o,83	± o,67	± o,oo	± o,77
3 min. 8 km/h	Anz.Def.	43	59	31	24	157
	$\bar{x}$	4,93	3,84	3,49	2,89	3,93
	s	± 1,49	± 1,29	± 1,19	± 1,o3	± 1,46
3 min. 1o km/h	Anz.Def.	32	58	32	23	145
	$\bar{x}$	6,54	5,22	4,47	3,47	5,o7
	s	± 2,19	± 2,o7	± 1,7o	± 1,76	± 2,19
3 min. 12 km/h	Anz.Def.	12	32	25	17	86
	$\bar{x}$	7,44	6,21	5,o8	3,59	5,54
	s	± 2,74	± 2,54	± 1,32	± 1,95	± 2,46
3 min. 14 km/h	Anz.Def.	3	1o	7	12	32
	$\bar{x}$	6,47	5,8o	5,72	3,61	5,o2
	s	± o,5o	± 1,82	± 1,47	± 1,o6	± 1,75
3 min. 16 km/h	Anz.Def.	0	2	0	7	9
	$\bar{x}$		7,o7		5,14	5,57
	s		± 1,37		± 1,o8	± 1,36
3 min. 18 km/h	Anz.Def.	0	0	0	0	0
	$\bar{x}$					
	s					

Erholungswerte:		Gruppe I n = 52	Gruppe II n = 68	Gruppe III n = 39	Gruppe IV n = 26	Gesamt n = 185
+ 1 min.	Anz.Def.	45	65	38	23	171
	$\bar{x}$	1o,21	9,56	9,o4	8,4o	9,46
	s	± 2,11	± 2,3o	± 2,oo	± 1,7o	± 2,17
+ 3 min.	Anz.Def.	45	65	39	23	172
	$\bar{x}$	1o,5o	9,84	9,26	8,53	9,71
	s	± 2,22	± 2,53	± 2,29	± 1,89	± 2,39

Tab.35.3. Laktat (mmol/l) in Ruhe und bei Laufbandbelastung mit 5% Steigung: Vergleich der Trainingsgruppen
Statistische Auswertung nach dem U-Test: p-Werte

	25-35 Jährige						36-45 Jährige					
	I II	I III	I IV	II III	II IV	III IV	I II	I III	I IV	II III	II IV	III IV
Ruhe	<0,05	-	-	-	-	-	-	<0,05	-	-	-	-
3' 6 km/h	-	-	-	-	-	-	-	<0,05	-	-	-	-
3' 8 km/h	-	<0,05	<0,001	-	<0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001	-	<0,005	<0,05
3' 10 km/h	<0,01	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001	-	<0,01	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001	<0,01
3' 12 km/h	-	<0,01	<0,001	-	<0,001	-	-	<0,005	<0,001	< -	<0,001	<0,005
3' 14 km/h	-	-	-	-	<0,001	-	-	-	-	-	<0,005	<0,01
3' 16 km/h	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3' 18 km/h	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Erholungswerte +1'	-	-	<0,001	-	<0,001	-	-	<0,05	<0,005	-	<0,05	-
Eholungsw. +3'	-	-	<0,005	-	<0,001	-	-	<0,05	<0,001	-	<0,05	-

Tab.36. Blut-pH vor und nach Laufbandbelastung mit 5% Steigung

25 - 35 Jährige		Gruppe I n = 46	Gruppe II n = 4o	Gruppe III n = 8	Gruppe IV n = 25	Gesamt n = 119
in Ruhe vor Belastung	Anz.Def.	27	27	6	16	76
	$\bar{x}$	7,44	7,44	7,44	7,43	7,44
	s	± o,o4	± o,o4	± o,o4	± o,33	± o,o4
+1' Erholung	Anz.Def.	27	27	6	16	76
	$\bar{x}$	7,25	7,23	7,22	7,25	7,24
	s	± o,o5	± o,o6	± o,o8	± o,o6	± o,o6
+3' Erholung	Anz.Def.	22	22	6	14	64
	$\bar{x}$	7,24	7,2o	7,21	7,22	7,22
	s	± o,o3	± o,o5	± o,o5	± o,o5	± o,o5

36 - 45 Jährige		Gruppe I n = 52	Gruppe II n = 68	Gruppe III n = 39	Gruppe IV n = 26	Gesamt n = 185
in Ruhe vor Belastung	Anz.Def.	38	48	3o	19	135
	$\bar{x}$	7,43	7,43	7,42	7,45	7,43
	s	± o,o5	± o,o4	± o,o3	± o,o5	± o,o4
+1' Erholung	Anz.Def.	38	46	29	18	131
	$\bar{x}$	7,24	7,23	7,24	7,25	7,24
	s	± o,o4	± o,o6	± o,o5	± o,o6	± o,o5
+3' Erholung	Anz.Def.	34	44	25	17	12o
	$\bar{x}$	7,24	7,22	7,23	7,23	7,23
	s	± o,o4	± o,o6	± o,o5	± o,o6	± o,o5

Tab.37. Beziehung zwischen Laufbandgeschwindigkeit und absoluter und relativer Sauerstoffaufnahme bei Laufbandbelastung mit 5% Steigung

25 - 45 Jährige

Belastung	n	Absolute $\dot{V}O_2$ l/min	n	Relative $\dot{V}O_2$ l/min/kgKG
3 min. 6 km/h	125	1,84± 0,27	125	24,03± 3,50
3 min. 8 km/h	284	2,58± 0,38	284	34,88± 4,10
3 min.10 km/h	270	2,98± 0,46	270	40,60± 5,05
3 min.12 km/h	216	3,34± 0,37	216	46,31± 4,14
3 min.14 km/h	128	3,71± 0,36	128	52,68± 4,29
3 min.16 km/h	48	4,07± 0,41	48	58,56± 4,60
3 min.18 km/h	20	4,38± 0,40	20	65,80± 4,46
3 min.20 km/h	9	4,49± 0,65	9	65,44± 8,56

VII. Datenerfassungsbogen mit EDV-Verschlüsselung

Anfangsteil jeder Lochkarte	Laufende Nr.	Lochkarten-spalte Nr.	Daten
Untersuchungsnummer (1 = 1. Halbjahr)	-	1	1
Kartennummer	-	2	_
Identifikationsnummer	-	3-5	_ _ _
Geburtsjahr	-	6/7	_ _

1. Lochkarte

Frage Nr.	Familienanamnese (ja=1, nein=0)	Laufende Nr.	Lochkarten-spalte Nr.	Daten
1.	Diabetes mellitus	1	8	_
2.	Gicht	2	9	_
3.	Fettstoffwechselstörungen	3	10	_
4.	Hochdruckerkrankung	4	11	_
5.	Herzerkrankung	5	12	_
6.	Periphere Durchblutungsstörungen	6	13	_
7.	Apoplexie	7	14	_
	Eigene Anamnese			
8.	Diabetes mellitus	8	15	_
9.	Gicht	9	16	_
10.	Fettstoffwechselstörungen	10	17	_
11.	Hochdrucherkrankung	11	18	_
12.	Herzerkrankung	12	19	_
13.	Herzbeschwerden	13	20	_
a	-in Ruhe	14	21	_
b	-bei körperl. und psych. Streß	15	22	_
c	-Stiche in der Herzgegend	16	23	_
d	-Angstgefühle	17	24	_
e	-Brustengegefühl	18	25	_
f	-anfallsweise	19	26	_
g	-seit wievielen Jahren	20	27/28	_ _
h	-Extraschläge jemals beobachtet	21	29	_
14.	Atembeschwerden gehabt	22	30	_

Frage Nr.		Laufende Nr.	Lochkarten-spalte Nr.	Daten
	Sportliche Vorleistungen (vor Erstuntersuchung)			
15.a	Lauftraining -seit wievielen Jahren	23	31/32	_ _
b	-wie oft regelm.pro Wo.	24	33-35	_ _
c	-wieviele Std.pro Woche	25	36-38	_ _
d	-wieviele km pro Woche	26	39-41	_ _ _
e	-wieviele Wo.kein Training pro Halbj.	27	42/43	_ _
f	Zusätzlicher Sport-Spielsport =1 -Kompositor.=2 -Kraftsport =3 -Ausdauersp.=4	28	44	_
g	-wie oft pro Woche	29	45	_
h	-wieviele Std. pro Woche	30	46/47	_ _
	Letzte Wettkampfergebnisse (vor Erstuntersuchung)			
16.a	Marathon (min)	31	48-50	_ _ _
b	10 000 m (min)	32	51-53	_ _ _
c	5 000 m (min)	33	54/55	_ _
	Raucheranamnese			
17.a	Nichtraucher =0	34	56	_
b	Exraucher =1			
c	Raucher =2			
18.a	-seit 1 Jahr oder weniger =1	35	57	_
b	-seit 5 Jahren =2			
c	-seit 10 Jahren =3			
d	-seit 20 Jahren =4			
e	-seit mehr als 20 Jahren =5			
f	-schon immer Nichtraucher =0			
19.	Wieviele Jahre Raucher (gewesen) (Anzahl der Jahre angeben)	36	58/59	_ _
20.a	Zigarettenraucher =1	37	60	_
b	Pfeife-u./od. Zigarren =2			
21.a	weniger als 10 tgl. =1	38	61	_
b	weniger als 20 tgl. =2			
c	mehr als 20 tgl. =3			

Frage Nr.		Laufende Nr.	Lochkarten-spalte Nr.	Daten
22.	Belastungsbeschwerden am Bewegungs-apparat (Zahlensumme eintragen)	39	62/63	_ _
a	nein =00			
b	Füße =01			
c	Sprunggelenke =02			
d	Kniegelenke =04			
e	Hüftgelenke =08			
f	Wirbelsäule =16			
g	Schultergürtel =32			
23.	Andere Erkrankungen (ja=1, nein=0) Beschreibung	40	64	_
24.	xxxxxx Reserveraum xxxxxx	41-44	65-80	
2. Lochkarte				
25./26.	xxxxxx Reserveraum xxxxxx	45-51	8-20	
	Klinische Ruhebefunde und Meßwerte			
27.	Internistisch auffällig -ja =1 Beschreibung -nein =0	52	21	_
28.	Haltungs-u.Bewegungsapp.auffällig Beschreibung	53	22	_
29.	Körpergröße (cm)	54	23-25	_ _ _
30.	Körpergewicht (kg)	55	26-29	_ _ _,_
31.	Hautfaltendicke (mm)	56	30/31	_ _
32.	Herzvolumen (ml)	57	32-35	_ _ _ _
33.	Blutdruck systolisch (mmHg)	58	36-38	_ _ _
34.	Blutdruck diastolisch (mmHg)			
35.	Vitalkapazität (l)	60	42-44	_,_ _
36.	Tiffeneau (l), ($FEV_{1,0}$)	61	45-47	_,_ _
	Ruhe - EKG			
37.	Herzfrequenz (1/min)	62	48/49	_ _
38.	P-Dauer (Zehntelsec)	63	50/51	_ _
39.	PQ-Dauer(Zehntelsec)	64	52/53	_ _
40.	S(V1) plus R(V5)	65	54-56	_,_ _
41	S(V5) plus R(V1)	66	57-59	_,_ _

Frage Nr.		Laufende Nr.	Lochkarten-spalte Nr.	Daten
42.	Winkel alpha (± Grad)	67	60-63	_ _ _ _
43.	OUP-V1 (Zehntelsec)	68	64-66	_ _ _
44.	OUP-V6 (Zehntelsec)	69	67-69	_ _ _
45.	QRS-Komplexdauer (Zehntelsec)	70	70/71	_ _
46.	QT-Dauer (Zehntelsec)	71	72/73	_ _
47.	Respir. Arrhythmie (ja=1, nein=0)	72	74	_
48.	Extrasystolen	73	75	_
49.	Weitere EKG-Pathologika	74	76	_
50/51	xxxxxx Reserveraum xxxxxx	75/76	77-80	
3. Lochkarte				
62/63		77-84	8-34	
	Laufband - Leistungsdaten			
64.	max. Geschwindigkeit (kmh)	85	35/36	_ _
65.	Laufzeit bei max. Geschwindigkeit (min)	86	37/38	_,_
66.	Gesamtlaufzeit (min)	87	39-41	_ _,_
67.	max. Herzfrequenz (1/min)	88	42-44	_ _ _
68.a	Blutdruck syst., 1 min nach Bel.	89	45-47	_ _ _
b	Blutdruck diast.,1 min nach Bel.	90	48-50	_ _ _
69.	max. Atemminutenvolumen (l/min)	91	51-53	_ _ _
70.	max. Sauerstoffaufnahme (l/min)	92	54-56	_,_ _
71.	max. Sauerstoffpuls (ml)	93	57-59	_ _,_
72.a	mini. Atemfrequenz bei Belastung	94	60/61	_ _
b	max. Atemfrequenz bei Belastung	95	62/63	_ _
73.	AAeq-O_2-max. bei Belastung	96	64-66	_ _,_
74.	AAeq-O_2-mini.bei Belastung	97	67-69	_ _,_
a	-zugehörige HF	98	70-72	_ _ _
b	-zugehörige $\dot{V}O_2$ (l/min)	99	73-75	_,_ _
c	-zugehöriges AMV(l/min)	100	76-79	_ _ _,_

Frage Nr.		Laufende Nr.	Lochkarten-spalte Nr.	Daten
4. Lochkarte				
75.	RQ max. bei Belastung	101	8-10	_,_ _
76.	RQ mini.bei Belastung	102	11-13	_,_ _
a	-zugehörige HF	103	14-16	_ _ _
b	-zugehörige $\dot{V}O_2$ (l/min)	104	17-19	_,__
c	-zugehöriges AMV (l/min)	105	20-23	_ _ _,_
77.	xxxxxx Reserve xxxxxx	106-112	24-44	
78.a	Laktat (mmol/l) -nach 1 min. Erholung	113	45-47	_ _,_
b	Laktat (mmol/l) -nach 3 min. Erholung	114	48-50	_ _,_
79.a	PH-Werte -in Ruhe vor Belastung	115	51-53	_,_ _
b	-nach 1 min. Erholung	116	54-56	_,_ _
c	-nach 3 min. Erholung	117	57-59	_,_ _
	Laborwerte			
	Blutbild			
80.a	-Leukozyten (Giga/l)	118	60/61	_,_
b	-Erythrozyten (Tera/l)	119	62-64	_,_ _
c	-Hämatokrit (%)	120	65-67	__,_
d	-Hämoglobin (mmol/l)	121	68-70	_ _,_
e	-HBE (fmol/l)	122	71/72	_,_
f	-Mittlere HB-Konz./Ery (mmol/l)	123	73-75	_ _,_
g	-Mittleres Erythrozytenvolumen (fl)	124	76/77	_ _
5. Lochkarte				
	Differentialblutbild			
81.a	Unreife (%)	125	8/9	_ _
b	Stabkernige (%)	126	10/11	_ _

Frage Nr.			Laufende Nr.	Lochkarten-spalte Nr.	Daten
81.c	Segmentkernige	(%)	127	12/13	_ _
d	Lymphozyten	(%)	128	14/15	_ _
e	Monozyten	(%)	129	16/17	_ _
f	Eosinophile	(%)	130	18/19	_ _
g	Basophile	(%)	131	20/21	_ _
	Weitere Laborwerte im Serum				
82.	Kreatinin	(µmol/l)	132	22-24	_ _ _
83.	Harnstoff	(mmol/l)	133	25/26	_,_
84.	Harnsäure	(µmol/l)	134	27-29	_ _ _
85.	Bilirubin gesamt	(µmol/l)	135	30/31	_ _
86.	Eiweiß	(g/l)	136	32/33	_ _
87.	Albumin	(µmol/l)	137	34-36	_ _ _
88.	Cholesterin enzymatisch	(mmol/l)	138	37-39	_,_ _
89.	Triglyceride enzymatisch	(mmol/l)	139	40-42	_,_ _
90.	Kalium	(mmol/l)	140	43-44	_,_
91.	Natrium	(mmol/l)	141	45-47	_ _ _
92.	Kalzium	(mmol/l)	142	48/49	_,_
93.	xxxxxx Reserve xxxxxx		143	50/51	
94.	Chlor	(mmol/l)	144	52-54	_ _ _
95.	Phosphor	(mmol/l)	145	55/56	_,_
96.	Eisen	(µmol/l)	146	57-59	_ _,_
97.	Phosphatide	(mmol/l)	147	60/61	_,_
	Oraler Glukosetoleranztest				
98.a	Blutzucker nüchtern	(mmol/l)	148	62-64	_ _,_
b	-nach 30 min.	(mmol/l)	149	65-67	_ _,_
c	-nach 60 min.	(mmol/l)	150	68-70	_ _,_
d	-nach 90 min.	(mmol/l)	151	71-73	_ _,_
e	-nach 120 min.	(mmol/l)	152	74-76	_ _,_

Frage Nr.		Laufende Nr.	Lochkarten-spalte Nr.	Daten
6. Lochkarte				
99.	AAeq-CO_2 - max. bei Belastung	153	8-10	_ _,_
100.	AAeq-CO_2 - min. bei Belastung	154	11-13	_ _,_
a	-zugehörige HF	155	14-16	_ _ _
b	-zugehörige $\dot{V}O_2$ (l/min)	156	17-19	_,_ _
c	-zugehöriges AMV (l/min)	157	20-23	_ _ _,_
101.a	Laktat-Ruhewert (mmol/l)	158	24-26	_,_ _
b	-zugehörige $\dot{V}O_2$ (l/min)	159	27-29	_,_ _
102.a	Laktat bei 3 min. 6 kmh (mmol/l)	160	30-32	_,_ _
b	-zugehörige $\dot{V}O_2$ (l/min)	161	33-35	_,_ _
103.a	Laktat bei 3 min. 8 kmh (mmol/l)	162	36-38	_,_ _
b	-zugehörige $\dot{V}O_2$ (l/min)	163	39-41	_,_ _
104.a	Laktat bei 3 min.10 kmh (mmol/l)	164	42-45	_ _,_ _
b	-zugehörige $\dot{V}O_2$ (l/min)	165	46-48	_,_ _
105.a	Laktat bei 3 min.12 kmh (mmol/l)	166	49-52	_ _,_ _
b	-zugehörige $\dot{V}O_2$ (l/min)	167	53-55	_,_ _
106.a	Laktat bei 3 min.14 kmh (mmol/l)	168	56-59	_ _,_ _
b	-zugehörige $\dot{V}O_2$ (l/min)	169	60-62	_,_ _
107.a	Laktat bei 3 min.16 kmh (mmol/l)	170	63-66	_ _,_ _
b	-zugehörige $\dot{V}O_2$ (l/min)	171	67-69	_,_ _
108.a	Laktat bei 3 min.18 kmh (mmol/l)	172	70-73	_ _,_ _
b	-zugehörige $\dot{V}O_2$ (l/min)	173	74-76	_,_ _
109.	$\dot{V}O_2$ (l/min) bei 20 kmh	174	77-79	_,_ _
7. Lochkarte				
110.	Identifikationsnummer	175	8-10	_ _ _
111.	Geburtsjahr	176	11/12	_ _
112.	Körpergesamtfettgehalt (% KG)	177	13-15	_ _,_
113.	Relatives Herzvolumen (ml/kg KG)	178	16-18	_ _,_
114.	Relatives AMV max. (ml/min x kg KG)	179	19-22	_ _ _ _
115.	Relative $\dot{V}O_2$ max. (ml/min x kg KG)	180	23-25	_ _,_
116.	Relativer O_2-Puls max. (ml/kg)	181	26-28	_,_ _

Frage Nr.		Laufende Nr.	Lochkarten-spalte Nr.	Daten
117.	Relative $\dot{V}O_2$ (ml/min x kg KG) -bei AAeq-mini.	182	29-31	_ _,_
118.	-bei RQ-mini.	183	32-34	_ _,_
119.	-in Ruhe	184	35-37	_,_ _
120.	-bei 3 min. 6 kmh	185	38-41	_ _,_ _
121.	-bei 3 min. 8 kmh	186	42-45	_ _,_ _
122.	-bei 3 min. 10 kmh	187	46-49	_ _,_ _
123.	-bei 3 min. 12 kmh	188	50-53	_ _,_ _
124.	-bei 3 min. 14 kmh	189	54-57	_ _,_ _
125.	-bei 3 min. 16 kmh	190	58-61	_ _,_ _
126.	-bei 3 min. 18 kmh	191	62-65	_ _,_ _
127.	-bei 20 kmh	192	66-69	_ _,_ _

VIII. Literaturverzeichnis

1. Aaken van E (1977)
   Die schonungslose Therapie
   Pohl, Celle
2. Aaken van E (1978)
   Schonungslose Behandlung der Angina pectoris und des Herzinfarktes, sowie orthopädischer Erkrankungen des Sportlers durch funktionelle Be - handlung.
   Pohl, Celle
3. Adner M M, Castelli W P (1980)
   Elevated high-density lipoprotein levels in marathon runners
   JAMA 243 (6), 534-536
4. Appenzeller O, Atkinson R (1978)
   Health aspects of endurance training,
   in: Appenzeller O, Atkinson R: Medicine and Sport, vol.12
   1.Aufl., Karger, Basel, München, Paris, London, New York, Sydney
5. Apple D F JR (1980)
   Knee pain in runners
   South Med. J. 72 (11), 1377-1379
6. Åstrand P-O (1972)
   Health and fitness. A publication by Skandia Insurance Company Ltd. Stockholm and the Swedish Information Service
   Universaltryck, Stockholm
7. Balart L, Moore M C, Gremillion L, Lopez S A (1974)
   Serum lipids, dietary intakes, and physical exercise in medical students
   J.Amer.Diet.Ass. 64 , 42-46
8. Berg G, Matzkies F (1979)
   Die Hyperlipoproteinämien und deren Behandlung
   in: Schriftenreihe der Bayrischen Landesärztekammer, 45-60
   1.Aufl., Bayrische Landesärztekammer, München
9. Biermann J (1981)
   Zur Beeinflussung des Serumharnsäurespiegels durch körperliches Training
   Z.Physiother. 33 , 165-167
10. Bonnano J A (1974)
    Effects of physical training on coronary risk factors
    Amer. J. Cardiol. 33 , 760-764
11. Buskirk E R (1974)
    Nutrition for athlete, 141-159
    in: Ryan A J, Allman JR, Fred L: Sports Medicine
    Academic Press, New York, San Francisco, London
12. Cooper K H, Pollok M L, Martin R P, White S R, Linnerud A C, Jackson A (1976)
    Physical fitness levels vs selected coronary risk factors
    JAMA 236 (2) , 166-169

13. Deutscher Fußball-Bund, Projektgruppe Sportmedizin, Leitung Hess H
Verletzungen und Schäden im Sportgeschehen. Diagnostik-Therapie- Rehabilitation.
Gesammelte Vorträge der Sportärzte-Kongresse des DFB, Band 1, 1978/80

14. Donough Mc J R, Kusumi F, Bruce R A (1970)
Variations in maximal oxygen intake with physical activity in middle--aged men
Circulation XLI , 743-751

15. Ehn L, Carlmark B, Hoeglund S (1980)
Iron status in athletes involved in intense physical activity
Med. Sci. Sports Exercise 12 (1) , 61-64

16. Franke A, Franke K (1980)
Epidemiologie von Unfällen und Fehlbelastungsfolgen beim Sport
Med. u. Sport 20 , 184-189

17. Franke K (1980)
Traumatologie des Sports
12.Aufl., G.Thieme, Stuttgart, New York

18. Franke K, Paul B (1982)
Die Sporttraumatologie als spezifische Aufgabe im sportmedizinischen Betreuungssystem
Med.u.Sport 22 , 131-136

19. Grimby G (1975)
Fit durch körperliche Betätigung
Kardiologie Aktuell 3 , 3

20. Guten G (1981)
Herniated lumbar disc associated with running. A review of 10 cases
Am. J. Sports Med. 9 (3) , 155-159

21. Heck H, Liesen H, Mader A, Hollmann W (1980)
Der Einfluß der Stufendauer und der Pausendauer bei Laufbanduntersuchungen auf die Sauerstoffaufnahme und das Laktatverhalten, 245-253
in: Kindermann W, Hort W: Sportmedizin für Breiten- und Leistungssport. Berichtsband Deutscher Sportärztekongress Saarbrücken 16.10.-19.10.1980
Demeter, Gräfelfing

22. Heilmann E, Bresch H M, Weinand H, Jung K (1978)
Anämie bei Langstreckenläufern
Sportarzt und Sportmed. 29 (1) , 15-20

23. Heinecker R (1975)
EKG in Praxis und Klinik
10. Aufl., G.Thieme, Stuttgart

24. Hollmann W (1965)
Körperliches Training als Praevention von Herz- Kreislaufkrankheiten
Hippokrates, Stuttgart

25. Hollmann W (1977)
Lungenfunktion, Atmung und Gasstoffwechsel im Sport, 67-91
in: Hollmann W: Zentrale Themen der Sportmedizin
2.Aufl., Springer, Berlin, Heidelberg, New York

26. Hollmann W, Hettinger T (1980)
Sportmedizin - Arbeits-und Trainingsgrundlagen
2. Aufl., F.K.Schattauer, Stuttgart, New York

27. Hunding A, Jordal R, Paulev P E (1981)
Runner's anemia and iron deficiency
Acta med. Scand. 209 (4), 315-318

28. Huttunen J K, Laensimies E, Voutilainen E, Ehnholm C, Hietanen E, Penttilae I, Siitonen O, Rauramaa R (1980)
Effect of moderate physical exercise on serum lipoproteins. A con - trolled clinical trial with special reference to serum high-density lipoproteins.
Circulation 60 (6) , 1220-1229

29. Jokl E (1980)
Exercise and cardiac death, 379-400
in: Lubich T, Venerando A: Sports Cardiology. International Conference Rome-April 1978
Aulo Gaggi Publisher, Bologna

30. Kesseler K (1970)
Die Atemregulation bei körperlicher Arbeit
Hippokrates 41 (1), 62-72

31. Keul J, Kindermann W, Simon G (1977)
Die aerobe und anaerobe Kapazität als Grundlage für die Leistungsdia - gnostik. (Nach einem Vortrag am 22.11.77 in Herzogenaurach beim Ver - bandsärzteseminar des BA-L)

32. Keul J, Reindell H (1983)
Der sporttreibende Bürger - Gefährdung oder Gesundung? Beiträge zur Sportmedizin, Band 21
perimed , Erlangen

33. König K, Murnkas J, Roskamm H, Reindell H (1965)
Das Verhalten von Atemvolumen und Atemfrequenz in Ruhe und bei Ergo - meterbelastung bei Jugendlichen sowie bei trainierten und untrainier - ten Erwachsenen.
Sportarzt u. Sportmed. 11 , 395-459

34. Koeslang J H, Sloan A W (1976)
Maximal heart rate and maximal oxygen consumption of long-distance runners and other athletes.
J. Sports Med. 16 , 17-21

35. Kvist M, Järvinen M (1980)
Zur Epidemiologie von Sportverletzungen und Fehlbelastungsfolgen. Pati- entenanalyse einer sportmedizinischen Poliklinik.
Med.u.Sport 20 , 375-378

36. Lampmann R M, Santinga J T, Basset D R, Mercer N, Block W D, Flora J D, Foss M L, Thorland W G (1978)
Effectiveness of unsupervised and supervised high intensity physical training in normalizing serum lipids in men with type IV hyperlipopro - teinemia.
Circulation 57 , 172-180

37. Lampmann R M, Santinga J T, Hodge M F, Block W D, Flora J D, Basset D R (1977)
Comparative effects of physical training and diet in normalizing serum lipids in men with type IV hyperlipoproteinemia
Circulation 55 , 652-659

38. Laube H, Pfeiffer E F (1977)
Exercise and diabetes mellitus, 135-144
in: Brunner D, Jokl E: Medicine Sport, vol.10
Karger, Basel, München, Paris, London, New York, Sydney

39. Lester M, Sheffield L T, Trammel P, Reeves T J (1968)
The effect of age and athletic training on the maximal heart rate during muscular exercise.
Amer.Heart J. 76 (3) , 370-376

40. Lopez S A, Vial R, Balart L, Arroyave G (1974)
Effect of exercise and physical fitness on serum lipids and lipo - proteins.
Atherosclerosis 20 , 1-9

41. Mader A, Liesen H, Heck H, Philippi H, Rost R, Schürch P, Hollmann W (1976)
Zur Beurteilung der sportartspezifischen Ausdauerleistungsfähigkeit im Labor.
Sportarzt u. Sportmed. 27 (4) , 80-88

42. Marées de H (1976)
Sportphysiologie. Medizin von heute 10.
2. Aufl., Troponwerke, Köln-Mülheim

43. Martin R P, Haskill W L, Wood P D (1977)
Blood chemistry and lipid profiles of elite distance runners.
Ann. N. Y. Acad. Sci., 301 , 346-359

44. Mellerowicz H (1979)
Ergometrie. Grundriß der medizinischen Leistungsmessung.
3. Aufl., Urban & Schwarzenberg, München, Wien, Baltimore

45. Mellerowicz H, Meller W (1980)
Training. Biologische und medizinische Grundlagen und Prinzipien des Trainings.
4. Aufl., Springer, Berlin, Heidelberg, New York

46. Moser B (1980)
Sport als Praevention und Therapie.
Med.Welt 31 , 207-211

47. Munschek H (1980)
Primary illness of heart and sudden death by physical activity, 365-370
in: Lubich T, Venerando A: Sports Cardiology, International Conference Rome -April 1978
Aulo Gaggi Publisher, Bologna

48. Pförringer W, Müller-Wohlfahrt H W (1980)
Skelettveränderungen bei Hochleistungssportlern, 365-370
in: Kindermann W, Hort W: Sportmedizin für Breiten- und Leistungssport.
Berichtsband Deutscher Sportärztekongreß Saarbrücken 16.10.-19.10.1980.
Demeter, Gräfelfing

49. Pförringer W, Rosemeyer B, Bär H-W (1981)
Sportartentypische Schäden und Verletzungen. Diagnostik - Therapie - - Praevention. Beiträge zur Sportmedizin, Band 15.
perimed, Erlangen

50. Reindell H, Roskamm H, Draegert W, Csapo G (1982)
EKG des Hochleistungssportlers, 171-177
in: Roskamm H, Reindell H: Herzkrankheiten
2. Aufl., Springer, Berlin, Heidelberg, New York

51. Reinke A, Rost R, Hollmann W (1980)
Vergleichende Untersuchungen zur röntgenologischen, elektrokardio - grafischen und echokardiografischen Präsentation der Sportherzhypertrophie, 213-218
in: Kindermann W, Hort W: Sportmedizin für Breiten- und Leistungssport. Berichtsband Deutscher Sportärztekongreß Saarbrücken 16.10.-19.10.1983. Demeter, Gräfelfing

52. Röcker L (1977)
Der Einfluß körperlicher Aktivität auf das Blut, 91-111
in: Hollmann W: Zentrale Themen der Sportmedizin
2. Aufl., Springer, Berlin, Heidelberg, New York

53. Roth W, Pansold B, Hasart E,Zinner J, Gabriel B (1981)
Zum Informationsgehalt leistungsdiagnostischer Parameter in Abhängigkeit von der Zunahme der Leistungsfähigkeit bei Sportlern.
Med.u.Sport 21 (11) , 326-336

54. Sachs L (1968)
Statistische Auswertungsmethoden
Springer, Berlin, Heidelberg, New York

55. Schettler G, Schlierf G (1978)
Bewegungsmangel - ein koronarer Risikofaktor ?
Dtsch.Ä.Bl. 28 , 1643-1645

56. Sheehan G A (1977)
An overview of overuse syndromes in distance runners.
Ann. N. Y. Acad. Sci. 301 , 877-880

57. Stegmann H, Kindermann W (1980)
Modell zur Bestimmung der individuellen anaeroben Schwelle, 227-233
in: Kindermann W, Hort W: Sportmedizin für Breiten- und Leistungssport. Berichtsband Deutscher Sportärztekongreß Saarbrücken 16.10.-19.10.1980. Demeter, Gräfelfing

58. Steinbrück K, Cotta H (1983)
Epidemiologie von Sportverletzungen. Zehnjahresanalyse der sportortho - pädischen Ambulanz.
Sportarzt u. Sportmed. 34 (6) , 173-186

59. Steinbrück K, Rompe G (1980)
Sportschäden und -verletzungen am Schultergelenk.
Dtsch. Ä. Bl. 8 , 443-448

60. Steinkamp R C (1964)
Measures of body fat and related factors in normal adults.
J. chron. Dis. 18 , 1279-1289

61. Thompson P D, Stern M P, Williams P, Duncan K, Haskell W L, Wood P D (1979)
Death during jogging or running. A study of 18 cases.
JAMA 242 (12) , 1265-1267

62. Wood P D, Haskell W, Klein H, Lewis S, Stern M P, Farquhar J W (1976)
Redistribution of plasma lipoprotein in middle-aged male runners.
Metabolism 25 (11) , 1249-1257

63. Wood P D, Haskell W, Stern M P, Lewis S, Perry C (1978)
Plasma lipoprotein distributions in male and female runners.
Ann. N. Y. Acad. Sci. 301 , 748-763

64. Zierden E, Wagner H, Hauss W H (1975)
Über Auswirkungen des körperlichen Trainings auf den Kohlenhydratstoffwechsel.
Mat. Med. Nordm. 27 , 195-205

Lebenslauf

Am 4.11.46 wurde ich, Albert Fabritius, als Sohn des Albert Fabritius und seiner Ehefrau Katharina, geb. Keintzel, in Linz/Donau geboren. Nach vierjähriger Grundschulzeit besuchte ich ab 1957 das Gymnasium Nürtingen. Dort legte ich 1966 die Reifeprüfung ab. Anschließend folgten zwei Jahre Wehrdienst bis Ende 1968. Mein Studium der Humanmedizin von 1969 bis zum Staatsexamen am 7.7.75 absolvierte ich an der Universität Tübingen.Der einjährigen Medizinalassistentenzeit schlossen sich ein Jahr als chirurgischer Assistenzarzt im Krankenhaus Nürtingen, ein Jahr als wissenschaftlicher Assistent bei Prof.Dr.Jeschke am Institut für Sportmedizin und Sportphysiologie der Universität Tübingen und fünf Jahre bis zum 30. September 1983 als Assistenzarzt an der Inneren Abteilung des Kreiskrankenhauses Nürtingen an.

Am 20.12.83 habe ich mich als Arzt für Innere Medizin und Sportmedizin in 7444 Beuren niedergelassen.

Druck Köhler Tübingen